UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN CADMIUM- UND BLEIGEHALT IM ZAHNSTEIN BEI BEWOHNERN DES GEBIETS UM DEN HOHENPEISSENBERG

MICHAEL LANGSEDER

1987

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554616_0018

Aus der
Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
(Vorstand: Professor Dr. E. SONNABEND)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität München

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN CADMIUM- UND BLEIGEHALT IM ZAHNSTEIN BEI BEWOHNERN DES GEBIETS UM DEN HOHENPEISSENBERG

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Michael Langseder
aus
München
1987

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. E. Sonnabend
Mitberichterstatter: 1.	Professor Dr. M. Klingenberg
2.	Professor Dr. E. Kraft
Dekan:	Professor Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 3o. o6. 1987

GLIEDERUNG

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Überblick über Blei und Cadmium	1
2.1.	Vorkommen und Verwendung	1
2.2.	Emission	2
2.3.	Toxizität	2
3.	Die Situation im Gebiet um den Hohenpeißenberg 1984	5
4.	Literaturübersicht	8
4.1.	Möglichkeiten der Messung einer Schwermetallbelastung des Menschen	8
4.2.	Mechanismus der Einlagerung von Schwermetallen in den Zahnstein	9
4.3.	Bisherige Untersuchungsergebnisse über Zahnstein	1o
4.3.1.	Blei	1o
4.3.2.	Cadmium	14
5.	Eigene Untersuchungen	17
5.1.	Probennahme	17
5.2.	Allgemeines über die Atomabsorptionsspektrometrie	18
5.3.	Chemische Analyseschritte	18
5.4.	Bestimmung von Blei und Cadmium im Atomabsorptions-spektralphotometer	19
5.4.1.	Prinzip am Beispiel Blei	19
5.4.2.	Eichung	2o
5.4.3.	Messung	2o
6.	Kollektivbeschreibung	22
6.1.	Probanden	22
6.2.	Kontrollgruppe	27
7.	Meßergebnisse	28
7.1.	Problematik der Nachweisgrenze	28
7.2.	Originaldaten "Probanden" und "Kontrollgruppe"	29

Seite

8. Auswertung 34

8.1. Gesamtkollektiv Hohenpeißenberg 34

8.1.1. Statistik-Tabelle (mit Ausreißern) 34
8.1.2. Histogramm der Altersverteilung 37
8.1.3. Histogramm des Blei- und Cadmiumgehalts (mit Ausreißern) 38
8.1.4. Korrelations-Tabelle (mit Ausreißern) 39
8.1.5. Statistik-Tabelle (ohne Ausreißer) 4o
8.1.6. Histogramm des Blei- und Cadmiumgehalts (ohne Ausreißer) 41
8.1.7. Korrelations-Tabelle (ohne Ausreißer) 43

8.2. Kollektiv Hohenpeißenberg und Vergleichskollektiv 43

8.2.1. Statistik-Tabelle "Nichtraucher + Raucher/Probanden" und "Nichtraucher + Raucher/Kontrolle" 43
8.2.2. Korrelations-Tabelle "Kontrollgruppe" und "Probanden" 44
8.2.3. Histogramm "Nichtraucher/Probanden" und "Nichtraucher/Kontrollgruppe" 44
8.2.4. Histogramm "Raucher/Probanden" und "Raucher/Kontrolle" 48
8.2.5. Histogramm "Nichtraucher/Probanden" und "Raucher/Probanden" 5o
8.2.6. Blei-Cadmium-Korrelationsdiagramme 51

8.3. Untergruppen des Kollektivs Hohenpeißenberg 52

9. Literaturvergleich 55

1o. Zusammenfassung 56

11. Literaturverzeichnis 58

12. Anhang (Computer-Ausdrucke) 62

12.1. zu Punkt 8.2.3., S. 44 ff. 62
12.2. zu Punkt 8.2.4., S. 48 ff. 63
12.3. zu Punkt 8.2.5., S. 5o ff. 64
12.4. zu Punkt 8.2.5., S. 5o ff. ("Raucher + Nichtraucher/Probanden" ohne Ausreißer) 65
12.5. zu Punkt 8.3., S. 52 ff. 67
12.6. zu Punkt 8.1.4., 7., S. 4o 77

Konzentrationsangaben

Die in Feststoffen enthaltenen Partikel werden in [ppm] oder [µg/g] angegeben, wobei 1 ppm = 1 µg/g gilt.

Die in Flüssigkeiten enthaltenen Partikel werden in [µg/loo ml] oder in [mg/l] angegeben.

Anmerkung zur Zitierweise

Die Zahlen hinter den Fußnoten beziehen sich auf die im Literaturverzeichnis aufgeführten Werke. Nach diesem Quellenhinweis folgt die Angabe der Seitenzahl in dem zitierten Werk.

1. Einleitung

Blei und Cadmium sind giftig. Mensch und Umwelt werden häufig untersucht, damit eine Belastung mit diesen Schwermetallen aufgedeckt werden kann.

Im Gebiet um den Hohenpeißenberg in Süddeutschland war 1984 über eine Umweltverschmutzung, vor allem mit Cadmium, diskutiert worden. Diese Arbeit soll Werte für eine Beurteilung der Lage erbringen.

2. Überblick über Blei und Cadmium

2.1. Vorkommen und Verwendung

Blei kommt in Form von Erzen vor. Wichtigstes ist der Bleiglanz, Galenit (PbS). Gewonnen wird Blei durch Röstprozesse. Der Anteil der Bundesrepublik an der Weltbergwerksproduktion von Blei betrug 198o knapp o,9 % (1).

Blei wird verwendet für Bleifarben, säurefeste Behälter, Dacheindeckungen, Kabelmäntel, als Elektrodenmaterial in Bleiakkumulatoren, für Bleigeschosse, Buchdrucklettern, als Strahlenschutz (Bleiglas, Gummischürzen) und als Stabilisator in der Kunststoffindustrie (2). In Form von Bleitetraäthyl wird es dem Benzin als Klopfbremse beigemengt, 1 Liter bleihaltiges Benzin darf derzeit in der Bundesrepublik bis zu 15o mg Blei enthalten. Davon wird 7o-8o % durch den Auspuff abgegeben, der Rest bleibt im Motor, im Öl und im Auspuffsystem (3).

Cadmium ist mit einem spezifischen Gewicht von 8,64 g/cm³ wie Blei ein Schwermetall. Es tritt zusammen mit Zinkerzen auf, zum Beispiel als Beimengung der Zinkblende (ZnS). Cadmium wird aus Nebenprodukten der Zinkverhüttung gewonnen (4).

---

(1): 12: S. 5
(2): 14: S. 5
(3): 12: S. 25
(4): 29: S. 22 ff.

Verwendung findet das Metall als Korrosionsschutz von Stahlteilen (Galvanisieren), als gelber bis roter Farbstoff, als Stabilisator in der PVC-Herstellung, als Legierungspartner in Loten und für Nickel-Cadmium-Akkumulatoren (1).

2.2. Emission

Blei wird als Blei-Halogenverbindung aus Autoabgasen abgegeben. Die dominierenden Emittenten in der Industrie sind die Eisen- und Stahlindustrie, die Kohleverbrennung und Bleihütten (2). Cadmium fällt bei der Stahlproduktion, der Kohleverbrennung und der Zink- und Cadmiumverhüttung an (3).

Luftemission besteht hauptsächlich aus Naßdeposition, das heißt Ablagerung mit dem Regen. Bei Blei beträgt der Trockenstaubniederschlag 3o %, bei Cadmium 15 % der Gesamtdeposition (4).

Für Cadmium liegt die industrielle Luftemission bei 9o Tonnen pro Jahr, die Abwasseremission bei 16o t/a (5), für Blei bei 1345 t/a (Luft) und 26o t/a für Abwasser. Kraftfahrzeuge emittieren über 3ooo t/a (6).*)

Nicht berücksichtigt sind hierbei andere Emissionen (zum Beispiel Klärschlamm).

2.3. Toxizität

Oral aufgenommenes Blei wird zu 5 - 1o % resorbiert. Eine resorbierte Menge von 1 g gilt als tödlich. Eingeatmetes Blei wirkt toxischer, da es zu 5o bis 1oo % resorbiert wird. Die Lunge resorbiert täglich ungefähr 5 µg, der Magen-Darm-Trakt 15 bis 4o µg. Bleitetraäthyl wirkt giftiger als andere Bleiverbindungen (7).

---

(1): 28: S. 25 ff.
(2): 12: S. 22 ff.
(3): 24: S. 4
(4): 15: S. 5o
(5): 21: S. 2, 29: S. 8
(6): 12: S. 24 f.
(7): 14: S. 43

*) Die Zahlen gelten für das Gebiet der Bundesrepublik 198o/81

Blei zeigt zum Skelettsystem hohe Affinität; 9o - 95 % wird hier als Bleitriphosphat gespeichert. Die biologische Halbwertszeit des Knochenpools beträgt 27 Jahre (1). Zwischen Knochen und Blut werden täglich etwa 7 µg ausgetauscht.

Die Giftigkeit des Bleis liegt zum einen in seinen Auswirkungen auf das hämatopoetische System. Blei beeinträchtigt die Porphyrinsynthese durch die Hemmung mehrerer Fermente. Das führt zur Bleianämie (2).

Zum anderen sind Auswirkungen des Bleis auf das Nervensystem bekannt. Es treten Störungen des zentralen Nervensystems und peripherer Motoneurone auf. Das Krankheitsbild der chronischen Bleivergiftung zeigt neben den Symptomen der Blutarmut uncharakteristische Beschwerden wie Appetitlosigkeit, Müdigkeit, Schwäche, Magenbeschwerden, Schwindel und Kopfschmerzen (3).

Akute Zeichen sind abdominelle Koliken, die sich tage- oder wochenlang wiederholen können. Dabei besteht eine hartnäckige Opstipation. Die Schwächung des Nervensystems ist gekennzeichnet durch bleibedingte Encephalopathie, deren verschiedene Symptome sich in Bewußtlosigkeit, Delirien, Wahn- und Verfolgungsideen und ähnlichem äußern können (4). Spätsymptom ist die Parese des Nervus radialis, wodurch es zur "Fallhand" kommt.

Nach verschiedenen Forschern (zB. NEEDLEMAN) sind relativ niedrige, klinisch nicht manifeste Bleiwerte verantwortlich für eine gestörte psychische Entwicklung und ein Intelligenzdefizit bei Kindern (5).

Diagnostisch wichtig zur Erkennung der Vergiftung

---

(1): 14: S. 59 ff.
(2): 14: S. 83 ff., 5: S. 949 ff.
(3): 5: S. 949 ff., 14: S. 83, 24: S. 8 f.
(4): siehe (3)
(5): 13, 23

ist der Bleisaum, eine feine bläulich-schwärzliche Linie am Zahnfleischsaum.

Eine tumorauslösende Wirkung des Bleis ist nicht gesichert. Zur Entstehung eines Tumors sind wahrscheinlich mit dem Leben nicht vereinbar hohe Bleikonzentrationen nötig (1).

Die Hauptmenge der Cadmiumaufnahme gelangt über den Magen-Darm-Trakt in den Kreislauf. Bei Rauchern liegt die inhalative Aufnahme höher. Cadmium findet sich vor allem in der Niere, in der Leber und in der Lunge. Diese drei Organe enthalten die Hälfte des Gesamtkörpercadmiums. Als Transportform des Cadmiums kommt ein Komplex mit dem Protein Metallothionein in Frage (2).

Die Ausscheidung von Cadmium erfolgt sehr langsam, Angaben über die biologische Halbwertszeit liegen bei 2o - 3o Jahren (3).

Die akute Cadmiumvergiftung bei Einatmen äußert sich in Entzündungen der Atemwege und Allgemeinerscheinungen wie Kopfschmerzen, Schwäche, Fieber etc. Ein Zusammenhang von Cadmium zu der Kinderkrankheit Pseudo-Krupp wird diskutiert (4). Die akute orale Cadmiumvergiftung bewirkt Erscheinungen im Magen-Darm-Trakt, zum Beispiel blutiges Erbrechen und Durchfall. Die chronische Form der Vergiftung ist ebenfalls gekennzeichnet durch Reizerscheinungen der Atemwege (zum Beispiel Lungenemphysem), Riechverlust kann auftreten. Nierenschäden, Magen-Darm-Erkrankungen, Müdigkeit und Blutarmut sind weitere Symptome (5). Als Sonderform einer chronischen Vergiftung wird die Itai-Itai-Krankheit angesehen, durch schmerzhafte Veränderung des Skelettsystems mit Spontanfrakturen gekennzeichnet. Sie trat in den Jahren 194o bis 1965 in Japan auf und betraf fast aus-

---

(1): 14: S. 112
(2): 28: S. 65, 24: S. 17 ff.
(3): 28: S. 7o, 29: S. 14
(4): 21: S. 2
(5): 28: S. 71 ff., 1o

schließlich mehrgebärende Frauen in der Menopause (1).

Eine carcinogene Wirkung des Cadmiums gilt als wahrscheinlich. Cadmium fördert Lungenkrebs bei Rauchern, KOLONEL (1976) fand eine Beziehung zwischen Nierenkrebs und der Cadmiumexposition, FRIBERG (1974) konnte mit Cadmium an der Injektionsstelle Sarkome hervorrufen (2).

Die durchschnittliche orale Aufnahme in der Bundesrepublik kann mit 7o bis 8o % des von der Weltgesundheitsorganisation als oberste Grenze (o,4 - o,5 mg/Woche) angegebenen Werts angesetzt werden (3).

3. Die Situation im Gebiet um den Hohenpeißenberg 1984

Im Frühjahr 1984 (März bis Mai) wurde die Bevölkerung des Pfaffenwinkels (= die Region Peißenberg/Schongau) von Meldungen in den Zeitungen aufgeschreckt, die von einer Verseuchung des Gebietes mit Cadmium schrieben (4), Die erhöhten Cadmiumwerte sollten verantwortlich sein für die Kinderkrankheit Pseudo-Krupp, an der angeblich eine im Vergleich zum Landesdurchschnitt vermehrte Anzahl Kinder erkrankt waren. Der Gedanke einer Luftverschmutzung war durch Untersuchungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Frankfurt (Prof. Dr. Georgii) unterstützt worden, das erhöhte Werte am Hohenpeißenberg festgestellt hatte. Da diese Untersuchungen schon im Frühjahr 1983 durchgeführt worden waren und es den Anschein gehabt hatte, als wären die Ergebnisse der Öffentlichkeit vorenthalten worden, entwickelte sich rasch eine wachsende Beunruhigung in der Bevölkerung.

Von einer erhöhten Anzahl an Pseudo-Krupp-Erkrankungen zu sprechen ist problematisch, da dieses Leiden nicht meldepflichtig ist und damit auch keine Statistiken vor-

---

(1): 28: S. 72
(2): 3o: S. 2o, 32
(3): 28: S. 62 ff., 29: S. 15
(4): 18: S. 1 f., 19: S. 1 f., 2o: S. 1 f., 21: S. 1 ff., 26: Münchner Teil der Südd. Zeitung, 27: ebenso, 25: S. 2

liegen. Umfragen des Umweltministeriums bei Münchner Kinderkliniken, bei der Kinderklinik Garmisch und der Kinderstation des Starnberger Krankenhauses ergaben, daß keine Häufung an Pseudo-Krupp-Fällen in Peißenberg festzustellen war (1). Außerdem ist der Zusammenhang von Pseudo-Krupp und Cadmium als Auslöser nicht gesichert (siehe Seite 4).

Das Gebiet um den Hohenpeißenberg im Voralpenland ist als ländlich einzustufen, Schongau ist sogar staatlich anerkannter Erholungsort. Daher erregten die Frankfurter Ergebnisse starkes Aufsehen.

Neben der Frankfurter Universität untersuchte im gleichen Zeitraum routinemäßig auch die Kernforschungsanstalt Jülich (Prof. Dr. Nürnberg †, Institut für Angewandte Physikalische Chemie) die Luftverschmutzung auf dem Hohenpeißenberg. Die Kernforschungsanstalt Jülich unterhält in der ganzen Bundesrepublik ein Netz von etwa 2o Meßstationen mit automatischen Niederschlagssammlern (2). Die Jülicher konnten keine erhöhten Cadmiumwerte feststellen.

In Zahlenwerten drücken sich die unterschiedlichen Ergebnisse so aus: Für 198o und 1981 weist die Kernforschungsanstalt Jülich eine mittlere tägliche Naßdeposition (die, wie erwähnt, den größten Teil der Bodenbelastung von Schwermetallen darstellt) von o,85 µg Cd/($m^2 \cdot d$) aus. Für vergleichbare ländliche Gebiete wird eine mittlere tägliche Naßdeposition von o,75 µg Cd/($m^2 \cdot d$) angegeben. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß die Naßdeposition von der Niederschlagsmenge abhängt. Je größer die Niederschlagsmenge, desto größer wird der Anteil der Naßdeposition am Gesamtniederschlag sein, und desto geringer wird der Trockenstaubniederschlag sein. Da am Hohenpeissenberg die größte Niederschlagsmenge aller Meßstationen

---

(1): 26: Münchner Teil der Süddeutschen Zeitung
(2): 15: S. 41 ff.

gemessen wird, ist der Wert von o,85 µg Cd/(m^2·d) als unbedenklich einzuschätzen (1).

Das Frankfurter Institut gibt mit 4,6 µg Cd/(m^2·d) einen weit höheren Wert an (Zeitraum September 1979 bis August 1982). Am Meßort Essen/Ruhrgebiet fanden die Frankfurter eine Naßdeposition von 3,3 µg Cd/(m^2·d) im Zeitraum September 1979 bis August 1981 (zum Vergleich: Die Kernforschungsanstalt Jülich gibt für 198o/1981 einen Wert von 2,3 µg Cd/(m^2·d) in Essen an) (2).

Das Frankfurter Institut fand also am Hohenpeißenberg einen Cadmiumwert, der ungefähr ein Drittel über dem Wert von Essen lag, wohingegen die Kernforschungsanstalt Jülich die Belastung in Essen fast dreimal höher als auf dem Hohenpeißenberg ausweist.

In der "technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft" (TA-Luft) liegt der Grenzwert für den Staubniederschlag bei 7,5 µg Cd/(m^2·d), für landwirtschaftlich genutzte Gebiete bei 2,5 µg Cd/(m^2·d) (3). Diese TA-Luft existiert seit 1978, es soll 1986 eine neue TA-Luft mit niedrigeren Grenzwerten in Kraft treten.

Nachdem die unterschiedlichen Ergebnisse diskutiert worden waren, kamen bald neue Untersuchungen hinzu, die sich allerdings auf Stichproben beschränkten. Behörden wie das Landesamt für Umweltschutz und das Gesundheitsamt Weilheim ließen Muttermilch, Waldböden, Gras, Klee, Habichtsfedern und eine Rattenleber untersuchen (unter anderem in der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltschutz in Neuherberg). Die dabei festgestellten Werte liegen zum Teil weit unter den in ländlichen Gegenden üblichen Belastungen (4).

Die "Umweltinitiative Pfaffenwinkel" dagegen fand

---

(1): 21: S. 2
(2): wie (1)
(3): 29: S. 17
(4): 27: Münchner Teil der Südd. Zeitung, 1, 31

in Bienenhonig aus einem Wald bei Peiting und bei einem Fisch aus der Ammer doppelt bis vierfach so hohe Cadmiumkonzentrationen, "verglichen mit den in Lebensmitteln zulässigen Werten" (1). Ebenso hatte ein Vater die Muttermilch seiner Frau untersuchen lassen und dabei "erschrekkend hohe Cadmiumwerte präsentiert bekommen" (2). Es ist nicht bekannt, bei welchen Labors die letztgenannten Proben analysiert wurden.

4. Literaturübersicht

4.1. Möglichkeiten der Messung einer Schwermetallbelastung des Menschen

Die Messung von Schwermetallen wird auf verschiedenste Art und Weise bei einer Vielzahl von Parametern durchgeführt. In der Umwelt beispielsweise kommen Luft, Wasser, Bodenproben, Tierorgane usw. zur Analyse. Will man aber feststellen, wie stark der Mensch belastet ist, muß man den Menschen selbst als Objekt der Untersuchung wählen. Je nachdem, was untersucht wird, kann man die kurz-, mittel- oder langfristige Belastung ermitteln. Die Verteilung von Schwermetallen vom Ort der Resorption in bestimmte Organe geschieht zum Beispiel durch das Blut. Somit kann man durch Blutproben die momentane Belastung an Schwermetallen feststellen.

Neben Blut wurde eine ganze Reihe von Organen, Körperteilen und anderen Parametern untersucht: Urin, Haare und Nägel (die einen Ausscheidungsweg für Schwermetalle darstellen), Speichel, Zähne, Leber, Niere, Knochen usw. Hierbei ist man zum Teil auf Biopsiematerial angewiesen.

Eine Reihe von Arbeiten haben den Zahnstein als Indikator für eine Schwermetallbelastung bestätigt (siehe S. 1o ff.).

---

(1): 27: Münchner Teil der Süddeutschen Zeitung
(2): 2o: S. 1

4.2. Mechanismus der Einlagerung von Schwermetallen in den Zahnstein

Zahnstein stellt "harte Ablagerungen an den Zahnkronen als Ausfällungen von Kalziumsalzen des Speichels" dar, "vermischt mit organischen Gewebsresten und Mikroorganismen." (1). Der Speichel ist ein Ausscheidungsweg für Schwermetalle. Während der Zahnsteinbildung werden somit Schwermetalle in den Zahnstein eingebaut. Gleichzeitig können Schwermetalle durch Ionenaustauschreaktionen in oberflächliche Schichten eingelagert werden, aber auch - vor allem bei saurem Milieu - herausgelöst werden (2). Dies ist wohl zu vergleichen mit der Anreicherung von Schwermetallionen in äußeren Schichten des Zahnschmelzes, und diese wiederum funktioniert ähnlich der Fluoranreicherung (3).

Die Analyse von Zahnstein gibt damit Auskunft über die Schwermetallbelastung im Zeitraum von der Bildung des Zahnsteins bis zu seiner Entfernung; eine zu geringe Einwaage an Zahnstein läßt allerdings keine genaue Analyse zu. Folglich werden zur Probennahme Patienten bevorzugt, bei denen viel Zahnstein vorgefunden wird. Der Zeitraum, in dem "genügend" Zahnstein gebildet wird, beträgt in der Regel zwei bis drei Jahre (4). Das bedeutet, daß durch Zahnsteinuntersuchungen eine mittelfristige Belastung aufgezeigt werden kann.

Der Vorteil von Zahnstein gegenüber anderen Materialien besteht darin, daß er leicht zu gewinnen ist.

---

(1): 8: S. 676
(2): 31
(3): 3: S. 5o f., 4: S. 65 ff.
(4): 3o: S. 43

4.3. Bisherige Untersuchungsergebnisse über Zahnstein

4.3.1. Blei

Bereits 1912 untersuchte HINTZE Zahnstein auf Blei; er ermittelte bei Bleiarbeitern einen Bleigehalt von 835 ppm (=µg/g) (1). MINKER konnte 1928 in zwei Fällen bei Bleiarbeitern das Schwermetall im Zahnstein "mit vollkommener Sicherheit" feststellen (2). Andere (SCHENKEL 1929, SCHMIDT 1933, PFRIEME 1934) fanden kein Blei im Zahnstein (3). Allerdings muß berücksichtigt werden, daß eine quantitative Bestimmung von so geringen Schwermetallkonzentrationen mit den damaligen Untersuchungsmethoden unmöglich war.

1977 untersuchten SONNABEND, SANSONI, HERZOG und KRACKE den Zahnstein auf Blei- und Cadmiumgehalt. Männer hatten deutlich höhere Bleiwerte als Frauen. Bei Cadmium wiesen die männlichen Probanden zwar ebenfalls höhere Werte auf, allerdings war der Unterschied kleiner. Verschiedene, schwermetallbelastete Berufszweige zeigten bis zu zehnmal höhere Blei-Mittelwerte*) als nicht-exponierte Normalpersonen. Besonders betroffen waren Arbeiter in einer chemischen Fabrik, die Bleistearat herstellte, und Arbeiter in der Automobilindustrie (Schleifer, Löter, Polierer).

Für Blei ergab die Untersuchung folgende Werte:

Tabelle 1. Bleigehalt bei Personen verschiedener Berufszugehörigkeit.

(ppm)	Mittelwert[1]	Standardabw.	n
Normalpersonen[2] männlich	5,58	6,23	75
weiblich	1,92	1,64	3o
Verkehrspolizisten	1o,98	1o,3o	24
Arbeiter einer Akkumulatorenfabrik	14,o1	9,21	9
Arbeiter einer chemischen Fabrik	45,34	34,99	9
Arbeiter im Autobau	52,87	5o,75	4o

Anm.: 1) Medianwerte waren nicht angegeben.
2) Patienten der Universitätszahnklinik München, also überwiegend städtische Bewohner.
n = Zahl der untersuchten Objekte.

(1), (2), (3): 3: S. 13 f., 33, 34, 35

*) hier und auf den nachfolgenden Seiten ist jeweils der arithmetische Mittelwert gemeint.

Damit konnte der Einfluß des Arbeitsplatzes auf die Bleiexposition dargestellt werden (1).

EMSLANDER und SONNABEND stellten 1978 eine Verbindung des Bleigehalts im Zahnstein zu dem in Zahnkrone, Zahnwurzel, Alveolarknochen und Venenblut her. Sie untersuchten 21 normal-zivilisatorisch Belastete und fünf beruflich Bleiexponierte. Die Letzteren hatten stark erhöhte Bleigehalte bei allen untersuchten Parametern.

Bei Normalpersonen hatte der Zahnstein keine signifikanten Unterschiede zu Zahnwurzel und Alveolarknochen gezeigt, der Bleigehalt der Zahnkrone lag hochsignifikant niedriger.

Bei beruflich Belasteten ließ der Zahnstein keine Wechselbeziehung zu den anderen Parametern erkennen (2).

Tabelle 2. Bleigehalt verschiedener Körpergewebe bei Nicht-Exponierten. (ppm)

untersuchtes Material	Mittelwert	Standardabw.	n
Zahnstein	4,37	2,12	18
Zahnkrone	3,17	1,4o	2o
Zahnwurzel	5,41	2,28	19
Alveolarknochen	4,95	1,51	2o
venöses Blut	12,o1	3,55 (µg/1oo ml Blut)	19

Die folgende Tabelle der beruflich Belasteten muß kritisch beurteilt werden, da sie sich auf nur fünf Probanden stützen kann (3).

Tabelle 3. Bleigehalt verschiedener Körpergewebe bei beruflich Belasteten. (ppm)

untersuchtes Material	Mittelwert	Standardabw.	n
Zahnstein	25,1[1)]	9,7	4
Zahnkrone	13,7	6,8	5
Zahnwurzel	63,5	3o,4	5
Alveolarknochen	9o,4[1)]	52,5	4
venöses Blut	66,5	25,7 (µg/1oo ml Blut)	5

Anm.: 1) nach Eliminierung eines Ausreißers.

(1): 7: S. 14 ff.
(2): 3: S. 48, S. 53 f.
(3): 3: S. 4o ff.

1979 verglich BACZYK in Polen Zahnstein beruflich bleibelasteter Arbeiter mit dem in einer Kontrollgruppe von Buchhaltern. Der Bleigehalt im Zahnstein der Arbeiter war mit 34,23 µg/g ungefähr sechsmal höher als der der Kontrollgruppe mit 5,65 µg/g (angegeben sind die Mittelwerte). Die Zahnsteinproben mit Einwaagen von 2o bis 1oo mg wurden mit der flammenlosen Atomabsorptionsmethode auf Blei analysiert (1).

1979 untersuchte HOHMANN in seiner Dissertation den Bleigehalt des Zahnsteins bei Parodontopathien. Er kam auf folgende Ergebnisse:

Parodontitis marginalis profunda:
Median: 4,95
95%-Vertrauensbereich: 3,5 - 7,8
Anzahl der Proben: 51

Parodontitis marginalis superficialis:
Median: 8,9o
95%-Vertrauensbereich: 5,5 - 2o,6
Anzahl der Proben: 46

Die Parodontitis marginalis profunda hatte hochsignifikant niedrigere Werte als die superfizielle (2).

1982 ermittelte SONNTAG-DIERKS den Blei- und Cadmiumgehalt des Zahnsteins und der Milchzähne im Gebiet verschiedener Blei- und Zinkhütten in Goslar (Norddeutschland). Damit konnte gezeigt werden, daß Industriearbeiter stärker belastet sind als die Normalpersonen.

Für den Zahnstein werden folgende Bleiwerte angegeben (3):

Tabelle 4. Bleigehalt des Zahnsteins in verschieden belasteten Gebieten. (ppm)

Kollektiv	Mittelw.	s	Median	95% - Vb.	n
Industriearbeiter	11,4	11,o	7,8	2,6 - 15,2	15
Bewohner von Unter-oker/ Oberoker	3,83	3,o2	2,25	1,6 - 5,o	32
Bewohner von Goslar	2,29	2,51	1,4	o,65 - 2,9	18
Bew. von Wolfsburg	<2,2o	>1,98	<1,5	<1,4 - 1,6	41

Anm.: s = Standardabweichung
Unter-/Oberoker: Ortsteil von Goslar mit Bleihütte
Goslar-Bewohner: hüttenentfernte Stadtteile
Bew. von Wolfsb.: industriell unbelasteter Stadtrand

(1): 24: S. 26, 6: S. 4o3
(2): 9: S. 28
(3): 24: S. 45

Eine weitere Arbeit über Schwermetalle im Zahnstein kommt von KOBAYASHI aus Japan (1982). Er untersuchte 64 Proben auf Blei-, Cadmium- und Zinkgehalt in Tokio und der Region Ichikawa.

Zur Aufbereitung der Proben benutzte er das gleiche Verfahren wie die oben zitierten deutschen Arbeiten. Gemessen wurde mit der Atomabsorptionsspektrometrie. Für Blei kommt KOBAYASHI auf folgende Werte:

Gesamtmittelwert:	16,66 ± 1o,43 ppm Pb	
Gesamtmedian:	7,78 ppm Pb	
Mittelwert Tokio:	6,62 ppm Pb	Tokio: n=17
Median Tokio:	5,72 ppm Pb	
Mittelw. Ichikawa:	2o,29 ppm Pb	Ichikawa: n=47
Median Ichikawa:	8,26 ppm Pb	

Es lag eine linkssteile Verteilung vor. Aus dem Artikel in der japanischen Zeitschrift geht nicht hervor, ob die Region Ichikawa schwermetallbelastet ist oder nicht (im Vergleich zu Tokio) (1).

HAVLIK und Mitarbeiter untersuchten 1983 den Zahnstein auf Bleigehalt bei drei Gruppen mit unterschiedlicher Schwermetallbelastung. Als Verfahren wählten sie die Atomabsorptionsspektrometrie. Die Einwaagen der Proben betrugen bis 7o mg, die Untersuchung wurde in der Tschechoslowakei durchgeführt.

Für die einzelnen Gruppen wurden folgende Werte ermittelt (2). *)

Tabelle 5. Der Bleigehalt bei unterschiedlich Belasteten. (ppm)

Kollektiv	Mittelwert	s	Max.	Min.	n
Landbewohner	o,26	0,526	1,92	o,o5	36
Großstadtbewohner (Prag)	4,53	3,935	13,64	o,o5	32
Stadt mit Bleihütte	31,49	15,19	71,76	12,21	28

Anm.: s = Standardabweichung
n = Zahl der untersuchten Objekte
Max. = höchster gemessener Wert
Min. = niedrigster gemessener Wert

(1): 11: S. 1688 ff.
(2): 6: S. 4o2 ff.
*) Für die Übersetzung des Artikels aus dem Tschechischen ins Deutsche möchte ich mich bei Frau M. Piehlmeier herzlich bedanken.

1985 untersuchte OHNEIS den Blei- und Cadmiumgehalt im Zahnstein von Zementwerksarbeitern und verglich diesen mit Normalpersonen.

Für Blei zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Arbeitern und der Kontrollgruppe. In der Kontrollgruppe hatten Raucher höhere Bleiwerte als Nichtraucher. Das Ergebnis sah so aus (1):

Tabelle 6. Der Bleigehalt bei Zementwerksarbeitern und Normalpersonen. (ppm)

Kollektiv	Mittelwert	s	Median	95% - Vb.	n
Zementwerksarbeiter	3,491	3,25o	2,279	1,75o-2,947	6o
Kontrollgruppe	2,523	1,669	2,287	1,554-2,934	54
Nichtraucher/Kontr.	2,o91	1,328	1,743	1,3o7-2,622	31
Raucher/Kontrolle	3,1o5	1,921	3,o93	2,198-3,889	23

Anm.: s = Standardabweichung
n = Zahl der untersuchten Objekte
95% - Vb. = 95% - Vertrauensbereich

4.3.2. Cadmium

Erste Untersuchungen des Zahnsteins auf Cadmium finden sich bei SONNABEND, SANSONI, HERZOG und KRACKE (1977). Wie beim Blei wurden auch beim Cadmium je nach Beruf unterschiedliche Belastungen festgestellt. Chemiearbeiter, in deren Betrieb Cadmiumstearat hergestellt wurde, hatten die höchsten Werte, gefolgt von der Gruppe der Verkehrspolizisten. Die Abgase der Dieselkraftstoffe sollen für die erhöhte Cadmiumbelastung maßgeblich sein. Arbeiter in der Autoindustrie waren weniger belastet, und die Arbeiter im Akku-Bau wiesen sogar geringere Werte als die Normalpersonen auf. Der Grund dafür ist laut HERZOG in hervorragender Arbeitsplatzhygiene und im Standort der Fabrik (4o km östlich von München, ländliches Gebiet) zu sehen (2).

(1): 16
(2): 7: S. 2o ff.

In Zahlen drückt sich das Ergebnis so aus (1):

Tabelle 7. Cadmiumgehalt bei Personen verschiedener Berufszugehörigkeit. (ppm)

Beruf	Mittelwert[1)]	Standardabweichung	n
Normalpersonen männlich	o,11	o,1o	75
weiblich	o,o84	o,o96	3o
Verkehrspolizisten	o,49	o,43	24
Arbeiter im Akku-Bau	o,o4	o,o7	9
Chemiearbeiter	o,84	o,83	9
Arbeiter i. d. Autoind.	o,27	o,22	4o

Anm.: 1) kein Median verfügbar

SONNTAG-DIERKS (1982) kam auf folgende Werte (2):

Tabelle 8. Cadmiumgehalt des Zahnsteins in verschieden belasteten Gebieten. (ppm)

Kollektiv	Mittelwert	s	Median	95% - Vb.	n
Industriearbeiter	o,958	1,21	o,34	o,1 - 3,9	15
Bewohner von Unter-oker/Oberoker	o,265	o,177	o,215	o,o8 - o,7o	32
Bewohner von Goslar	o,29	o,34	o,19	o,o2 - 1,54	18
Bew. von Wolfsburg	o,26	o,17	o,18	o,15 - 0,98	41

Anm.: s = Standardabweichung
95% - Vb. = 95% - Vertrauensbereich
n = Zahl der untersuchten Objekte

KOBAYASHI (Japan 1982) fand folgende Werte:

Gesamtmittelwert:	7,3o ± 6,33 ppm Cd	n=64
Gesamtmedian:	2,31 ppm Cd	
Mittelwert Tokio:	7,45 ppm Cd (mit 1 Ausreißer)	n=17
	1,47 ppm Cd (ohne 1 Ausreißer)	n=16
Median Tokio:	o,92 ppm Cd	
Mittelw. Ichikawa:	7,25 ppm Cd	Ichikawa:n=47
Median Ichikawa:	2,54 ppm Cd	

Es lag eine linkssteile Verteilung vor. Im Vergleich zu den anderen Arbeiten sind die Cadmiumwerte extrem hoch (3).

(1): 7: S. 16 ff.
(2): 24: S. 46
(3): 11: S. 1688 ff.

1983 wurde von UYGUN der Cadmiumgehalt des Zahnsteins bei verschiedenen Rauchgewohnheiten untersucht. Die Probanden wurden in Nichtraucher, Schwachraucher (unter 2o Zigaretten pro Tag), Starkraucher (über 2o Zigaretten pro Tag) und Zigarrenraucher eingeteilt. Das Ergebnis sah so aus (1):

Tabelle 9. Cadmiumgehalt im Zahnstein bei verschiedenen Rauchgewohnheiten. (ppm)

Kollektiv	Mittelw.	s	Median	n
Nichtraucher	o,o17	o,o21	o,o1o	43
Schwachraucher	o,o52	o,o54	o,o24	32
Starkraucher	o,138	o,132	o,o93	29
Zigarrenraucher	o,192	o,189	o,13o	3o

Mit der Rauchmenge stieg der Cadmiumgehalt. Zwischen weiblichen und männlichen Nichtrauchern bestand kein signifikanter Unterschied. Der Cadmiumgehalt bei ausländischen Rauchern lag mit einem Median von o,127 ppm deutlich über dem Median des Zahnsteins von deutschen Rauchern mit o,o45 ppm. Weibliche Raucher wiesen einen höheren Median auf als männliche Raucher. Das Gesamtkollektiv "Raucher" hatte einen Median von o,o7o ppm Cd.

Ein Zusammenhang zwischen Alter des Zahnsteins und dem Cadmiumgehalt konnte nicht gefunden werden (2).

OHNEIS (1985) fand in seiner Untersuchung über den Blei- und Cadmiumgehalt im Zahnstein von Zementwerksarbeitern und Normalpersonen einen höheren Mittelwert, aber niedrigeren Median für die Zementwerksarbeiter (für Cadmium). In der Kontrollgruppe zeigten die Raucher höhere Cadmiumgehalte als die Nichtraucher.

Folgende Werte wurden ermittelt (3):

---

(1): 3o: S. 35
(2): 3o: S. 4o ff.
(3): 16

Tabelle 1o. Cadmiumgehalt bei Zementwerksarbeitern und Normalpersonen. (ppm)

Kollektiv	Mittelwert	s	Median	95% - Vb.	n
Zementwerksarbeiter	o,o97	o,252	o,oo4	o,ooo-o,o13	6o
Kontrollgruppe	o,o5o	o,o57	o,o33	o,o22-o,o5o	54
Nichtraucher/Kontr.	o,o42	o,o63	o,o22	o,oo9-o,o39	31
Raucher/Kontrolle	o,o62	o,o44	o,o55	o,o32-o,o72	23

5. Eigene Untersuchungen

5.1. Probennahme

Unsere Zahnsteinproben wurden in neun zahnärztlichen Praxen im Gebiet um den Hohenpeißenberg gewonnen. Gleichzeitig mit der Probennahme füllten die an der Untersuchung beteiligten Patienten Fragebögen aus, mit denen wir die Lebensgewohnheiten der Patienten ergründen wollten.

Die Probennahme erfolgte von April bis August 1985.

Der Zahnstein wurde mit Hilfe von Ash-Hartmetallinstrumenten entfernt und auf ein Filterpapier gebracht. Dieses Filterpapier wurde gefaltet und mit doppelt destilliertem Wasser gespült, um den Zahnstein von Speichel und sonstigen Verunreinigungen, die zu Gewichtsverfälschungen führen können, zu befreien, und anschliessend an der Luft getrocknet. Mit dem Trocknen kann Mikroorganismen im Zahnstein die Grundlage zur Vermehrung entzogen werden.

Bis zur Analyse erfolgte die Lagerung der Zahnsteinproben zusammen mit dem Filterpapier in bleifreien, luftdicht verschlossenen Kunststoffproberöhrchen.

Bei der Probennahme konnte nicht nach sub- und supragingivalen Ablagerungen unterschieden werden.

5.2. Allgemeines über die Atomabsorptionsspektrometrie

Für den Nachweis von Spurenelementen stehen mehrere Methoden zur Verfügung, beispielsweise die Neutronenaktivierung, die Isotopen-Verdünnungs-Spektrometrie, die Colorimetrie, die Röntgenfluoreszenz-Analyse, die Atomabsorptionsspektrometrie und andere (1). Manche Verfahren haben an Bedeutung verloren (zB. die Dithizon-Methode), andere sind aufwendig und teuer (2), außerdem unterscheiden sich die Verfahren hinsichtlich ihres Anwendungsgebietes (3).

Bei unserer Untersuchung wählten wir die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) in ihrer flammenlosen Ausführung im Graphitrohr. Diese Methode wurde schon bei früheren Zahnstein-Untersuchungen verwendet, ist die geeignetste dafür und wird allgemein bei Spurenelementanalysen häufig benutzt.

Das gleiche Meßverfahren wie bei früheren Untersuchungen läßt eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse erwarten. Die Atomabsorptionsspektrometrie vereint eine hohe Spezifität bei ausreichender Empfindlichkeit mit guter Präzision (im Fall von Wiederholungsmessungen) und guter absoluter Genauigkeit (Accuracy).

Da bei unserer Untersuchung zum Teil extrem niedrige Konzentrationen an Blei und Cadmium zu finden waren, stellte sich das Problem der Nachweisgrenze. Darauf soll später eingegangen werden.

5.3. Chemische Analyseschritte

Nach Trocknen im Exsiccator bei 55° C bis zur Gewichtskonstanz wurden die Proben auf einer Präzisionswaage (Firma Sartorius, Genauigkeit o,ooool Gramm) gewogen. Um eine Kontamination zu vermeiden wurden nur Chemikalien verwendet, die dem Kriterium "pro analysi" oder

---

(1): 14: S. 6 ff., 28: S. 15 ff.
(2): 3o: S. 3o f.
(3): 31

"suprapur" entsprachen.

Zur Naßveraschung wurden die Proben mit konzentrierter Salpetersäure (65%ig, nachdestilliert) versetzt und in einem Aluminiumblock auf einer Heizplatte bei 9o° C aufgelöst. Zu dieser zunächst trüben Lösung wurde vorsichtig tropfenweise Wasserstoffperoxid (3o%ig) zugesetzt bis eine wasserklare Lösung vorlag. Hierbei spricht man von der Naßveraschung mit OH-Radikalen aus H_2O_2/Fe^{2+} nach SANSONI und KRACKE (1968) (1). Die Veraschung beruht auf der oxidativen Wirkung der dabei entstehenden OH-Radikale. Fe^{2+}- Ionen in geringen Spuren werden als Katalysator benötigt (Fentons Reagenz).

Im Anschluß daran wurde die Lösung bis zum Trocknen eingeengt und mit o,4 normaler Salpetersäure auf etwa zwei Milligramm Probeneinwaage pro Milliliter Lösung eingestellt. Damit während der Durchführung der chemischen Analyseschritte keine Bleispuren, die aus dem Zahnstein stammen, verloren gehen, wurde zu Beginn der Analyse eine definierte Menge radioaktives Blei 212 zugesetzt (Gleiches geschah mit Cadmium). Am Ende der Veraschung konnte durch eine Kontrollmessung festgestellt werden, ob ein Teil des radioakiven Bleis verloren ging (zum Beispiel durch Anlagerung an Gefäßwände). Eventuelle Blei- oder Cadmiumverluste können auf diese Weise erfaßt und berücksichtigt werden. Bei unserer Untersuchung war allerdings während der Analyse kein Verlust an Blei oder Cadmium festzustellen.

5.4. Bestimmung von Blei und Cadmium im Atomabsorptionsspektralphotometer

5.4.1. Prinzip am Beispiel Blei

Bei der flammenlosen Atomabsorptionsspektrometrie wird die bleihaltige Analysenprobe zunächst verdampft und mit einem beheizten Graphitrohr eine Wolke von Bleiatomen erzeugt. Schickt man durch diese Wolke mit Hilfe einer

---

(1): 17: S. 11o7 ff.

element-spezifischen Hohlkathodenlampe Licht mit einer Resonanzlinie des Bleis von 283,3 nm (bei Cadmium 228,8 nm), so wird dieses absorbiert und somit geschwächt. Durch Messung des geschwächten Lichts und Vergleich mit der Lichtschwächung von Eichlösungen bekannter Bleimengen kann man den Bleigehalt der Analysenprobe bestimmen.

5.4.2. Eichung

Die Anwesenheit anderer Elemente neben Blei und Cadmium kann die Messung beeinflussen. Daher wurde eine Eichlösung geschaffen, die eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die Zahnsteinlösung hatte (etwa 77,4 % Asche; ca. 34,2 % Ca, 18,9 % P, o,9 % Mg, o,o46 % F). Dieser wurden definierte Mengen Blei (1o-5o mg/l) bzw. Cadmium (1-5 mg/l) zugegeben, um daraus eine Eichkurve abzuleiten.

Neben den obengenannten Störungen des Meßsignals kann bei der Verdampfung der Analysenprobe durch Rauchentwicklung die Blei- bzw. Cadmiumlinie geschwächt werden und somit einen zu hohen Blei- bzw. Cadmiumgehalt vortäuschen. Diese unspezifische Absorption durch Rauch kann entstehen, wenn die Zahnsteinkonzentration im Graphitrohr zu hoch ist. Der Grenzwert bis zur Entstehung eines Rauchpeaks kann gemessen werden und liegt etwa bei 2,3 mg Zahnstein pro Milliliter Lösung. Höhere Konzentrationen werden mit destilliertem Wasser verdünnt.

5.4.3. Messung

Die chemische Aufbereitung und die Messung der Zahnsteinproben wurden in der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF) in Neuherberg bei München durchgeführt (Arbeitsgruppe "Spurenelementanalytik",

Leiter Dr. P. Schramel; Ausführung der Untersuchung von Frau Dr. A. Wolf).*)

Es wurde mit dem Absorptions-Spektralphotometer Z-5ooo und der Graphitrohrküvette HGA 5oo der Firma PERKIN-ELMER gemessen.

Von der Probelösung spritzte das Gerät automatisch 2o µl in das kalte Graphitrohr. Dort wurde die Probe in der 1. Trocknungsstufe 4o Sekunden bei 13o° C vorbehandelt und nach einer 2. Trocknungsstufe, die 2o Sekunden bei 35o° C dauerte, in die Zersetzungsstufe (5oo° C, 11 sec.) übergeführt. Danach erfolgte ein rascher Temperaturanstieg auf 25oo° C, wo die Probe 5 Sekunden atomisiert wurde. Die dabei beobachtete Extinktion wurde registriert.

Die Reproduzierbarkeit bei Wiederholung der Messung betrug bei Bleikonzentrationen von 5-2o µg/l etwa ± 1o %, bei 1o-1oo µg/l ± 5 %, für Cadmiumkonzentrationen von o,1 bis 1 µg/l etwa 1o %.

Das Meßergebnis entstand aus Doppelmessungen, die in der Regel denselben Wert anzeigten. Wich die zweite Messung von der ersten ab, wurde nochmals gemessen. Stimmten bei diesen drei Messungen zwei überein, wurde dieser Wert verwendet, wichen alle Messungen voneinander ab, wurde der arithmetische Mittelwert gebildet.

Zahnstein-Einwaagen unter 5 mg würden nicht analysiert, da dies zu wenig Material darstellte, um ein genaues Ergebnis liefern zu können. Von den ursprünglich 93 Proben kamen damit 13 nicht in die Wertung.

Die 8o untersuchten Proben verteilten sich wie folgt:

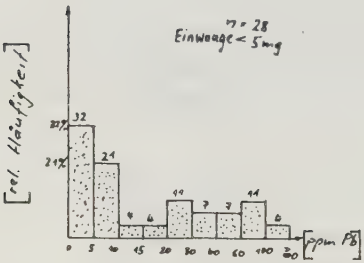
5 - 1o,o mg: 23 ≙ 29 %
1o,1 - 2o,o mg: 22 ≙ 28 %
2o,1 - 4o,o mg: 16 ≙ 2o %
über 4o,o mg: 19 ≙ 24 %

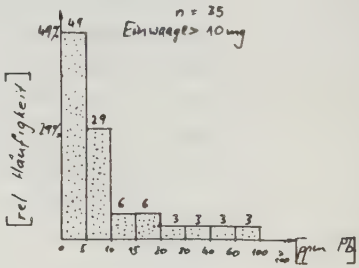
Somit waren 72 % sogar über 1o mg.

---

*) Herrn Dr. Schramel und Frau Dr. Wolf sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Den Einfluß der Masse auf die Genauigkeit der Ergebnisse soll folgende Graphik veranschaulichen, die nach den Werten der Arbeit von HOHMANN (1979) (1) über den Bleigehalt bei Parodontopathien zusammengestellt wurde. Die Graphik unterscheidet nicht zwischen Parodontitis marginalis superficialis und profunda, es sind aber im linken und rechten Histogramm in etwa gleiche Anteile an Parodontitis marginalis superficialis und an Parodontitis marginalis profunda enthalten.





Bei den Einwaagen unter 5 mg streuen die Werte ungleich mehr als bei den Einwaagen über 1o mg. Auch die Mediane unterscheiden sich. Der Median ("unter 5 mg Einwaage") liegt bei 9,o ppm, der Median ("über 1o mg Einwaage") beträgt 5,1 ppm.

6. Kollektivbeschreibung

6.1. Probanden

Die Gruppe der Probanden besteht aus den Bewohnern des Gebietes um den Hohenpeißenberg.

An Hand von Fragebögen (siehe abgebildeten) ergründeten wie die Lebensgewohnheiten der Patienten. Wir fragten nach Wohnort, Alter, Nationalität, Geschlecht

---

(1): 9: S. 16 ff.

Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
der Universitätszahnklinik München

Untersuchung über den Schwermetallgehalt im Zahnstein
bei Bewohnern des Gebietes um den Hohenpeißenberg

FRAGEBOGEN

(bitte ausfüllen, Zutreffendes ankreuzen)

1. Wohnort: Alter: Jahre
   Nationalität: Geschlecht: m / w

---

2. Beruf:
   Wo üben Sie Ihren Beruf aus (Ort) ?

---

3. Wohnen oder arbeiten Sie an einer viel befahrenen Straße ?
   o ja
   o nein

---

4. Rauchen Sie ?
   o Nichtraucher
   o bis 2o Zigaretten pro Tag
   o über 2o Zigaretten pro Tag
   o Zigarrenraucher
   o Pfeifenraucher

---

5. Essen Sie viel Gemüse oder Obst aus dem eigenen Garten?
   o ja
   o nein

   Essen Sie aus Keramikgeschirr ?
   o ja
   o nein

---

6. Vom Zahnarzt auszufüllen: Liegen Parodontopathien vor?
   o nein
   o ja, und zwar: Parodontitis marg. superf. o
   Parodontitis marg. prof. o

(Frage 1), nach dem Beruf und dem Arbeitsort, ob die Patienten an einer viel befahrenen Straße wohnen oder nicht (Frage 3), nach dem Rauchverhalten (Frage 4), ob die Patienten viel Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten essen oder ob sie aus Keramikgeschirr essen (Frage 5), sowie nach Parodontopathien (Frage 6). Die letzte Frage war vom Zahnarzt zu beantworten.

Die Namen der Patienten erfragten wir aus Gründen des Datenschutzes nicht. Es wurden nicht alle Fragebögen sorgfältig ausgefüllt.

Bei den Fragen handelt es sich um Parameter, die den Blei- und Cadmiumgehalt im Zahnstein beeinflussen können, wie sich zum Teil in früheren Arbeiten gezeigt hat.

Mit der Frage nach dem Wohn- und Arbeitsort wollten wie sicherstellen, daß die Patienten auch im Gebiet um den Hohenpeißenberg leben und nicht nur auf der Durchreise sind. Mit der Frage nach der Nationalität sollte eine möglicherweise andere Speichelzusammensetzung durch andere Ernährungsgewohnheiten bei Ausländern berücksichtigt werden, außerdem haben ausländische Raucher bei der Untersuchung von UYGUN (1) höhere Cadmiumgehalte als deutsche Raucher gehabt. Mit der Frage nach Geschlecht und Alter wollten wir überprüfen, ob Männer und Frauen sowie Alte und Junge eine unterschiedliche Belastung aufweisen.

Die 3. Frage hatte das Ziel, aufzudecken, ob die Abgase einer viel befahrenen Straße für eine Bleibelastung verantwortlich sein kann. Die Beantwortung der 3. Frage ist subjektiv, zu berücksichtigen ist dabei, daß es im Gebiet Peißenberg keine Straßen mit mehr als einer Fahrspur pro Richtung gibt. Somit ist eine viel befahrene Straße auf dem Land anders zu be-

---

(1): 3o: S. 48

urteilen als in der Stadt.

Bei der 5. Frage ließen wir uns von folgendem Gedanken leiten: Wenn eine Schwermetallbelastung der Luft am Hohenpeißenberg vorliegt, müßte sich das bei den Patienten bemerkbar machen, die viel Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten essen. Mit der 5. Frage wollten wir außerdem prüfen, ob Keramikgeschirr, das cadmiumhaltige Farben enthalten kann, für eine Cadmiumbelastung in Frage kommt. Allerdings waren sich viele Patienten bei der Beantwortung dieser Frage nicht sicher, ob sie Geschirr mit Keramikfarben benutzen oder nicht.

Die Parameter "Rauchverhalten" und "Parodontopathien" von Frage 4 und 6 haben in früheren Arbeiten unterschiedliche Belastung an Cadmium und Blei gezeigt. Deshalb nahmen wir diese Fragen in unseren Fragebogen auf.

Hier die Kollektivbeschreibung nach Auswertung der Fragebögen (in tabellarischer Form):

Wohnort:	Zahl		rel. Häufigk.
Peißenberg	44	≙	56 %
Hohenpeißenberg	11	≙	14 %
Oberhausen	9	≙	11 %
Peiting	7	≙	9 %
Schongau, Böbing	je 2	≙	je 3 %
Weilheim, Forst, Huglfing, Tauting	je 1	≙	je 1 %
	79		100 %

Arbeitsort:			
Peißenberg	35	≙	44 %
Hohenpeißenberg, Peiting, Weilheim	je 6	≙	je 8 %
Oberhausen, Landkr. Weilheim	je 4	≙	je 5 %
München	3	≙	4 %
Huglfing, Murnau, Schongau	je 2	≙	je 3 %
Altenstadt, Anfeldorf, Bayern, Böbing, Grasserhof, Höhenried, Karwendl-Geb., Oderding, Tutzing	je 1	≙	je 1 %
	79		100 %

Nationalität:	76	Deutsche	≙ 99 %
	1	Italiener	≙ 1 %
Geschlecht:	39	männlich	≙ 49 %
	41	weiblich	≙ 51 %

Wohnen oder Arbeiten an viel befahrener Straße

28	ja	≙ 35 %
52	nein	≙ 65 %

Rauchverhalten:	54	Nichtraucher	≙ 68 %
	19	unter 2o Zig./d	≙ 24 %
	6	über 2o Zig./d	≙ 8 %

Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten:

45	ja	≙ 57 %
34	nein	≙ 43 %

Essen aus Keramikgeschirr:	2o	ja	≙ 31 %
	45	nein	≙ 69 %

Parodontalerkrankungen:

14	keine Erkrankung	≙ 18 %
23	mit Parodontitis marg. superf.	≙ 3o %
4o	mit Parodontitis marg. prof.	≙ 52 %

Durchschnittsalter: 47,4 Jahre

Berufe (grobe Einteilung):

22	Hausfrauen, Rentner	≙ 31 %
17	Angestellte u.ä. (zB. Büroangest., Verkäuferinnen, Krankenpfleger, Bedienung, Bauamtsleiter, etc.)	≙ 24 %
16	Handwerker (zB. Elektriker, Maschinist, Mechaniker, Metzger, Schlosser, Dreher, etc.)	≙ 23 %
5	Arbeiter	≙ 7 %
4	Landwirte	≙ 6 %
4	Kraftfahrer	≙ 6 %
2	Selbständige, zB. Zahnarzt	≙ 2 %
7o		99 %

6.2. Kontrollgruppe

Wir hatten keine "eigene" Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe wurde gebildet aus den Daten der Arbeiten von UYGUN und OHNEIS (1). Diese Arbeiten beruhen auf einem identen Verfahren hinsichtlich Probennahme, Aufbereitung und Messung. Es wurden sämtliche Daten der Untersuchung von UYGUN verwendet (zur Erinnerung: UYGUN analysierte den Cadmiumgehalt im Zahnstein bei verschiedenen Rauchgewohnheiten), zu diesen Observationen fügten wir die "Kontrollgruppe" von OHNEIS hinzu.

Die Kontrollgruppe von OHNEIS besteht aus "Normalpersonen", das heißt nicht schwermetallbelasteten Patienten, denen der Zahnstein entfernt wurde. Die Normalpersonen kommen aus Abensberg/Niederbayern, einer Kleinstadt ohne bedeutende Industrie (2).

Die Patienten von UYGUN stammen überwiegend aus München, sind also Stadtbewohner (3).

Bei der Probennahme von UYGUN und OHNEIS wurden den Patienten nicht die gleichen Fragen gestellt wie unseren. Lediglich die Frage nach dem Geschlecht stimmt mit unserer überein, beim Rauchverhalten wurde eine andere Abstufung gewählt, nämlich "Nichtraucher", "bis 1o Zigaretten pro Tag", "bis 2o Zigaretten pro Tag" und "über 2o Zigaretten pro Tag" (unsere Abstufung war: "Nichtraucher", "bis 2o Zigaretten pro Tag", "über 2o Zigaretten pro Tag"). Um dieses Problem zu lösen, vergleichen wir in unserer Auswertung in Punkt 8.2. nicht Schwach- und Starkraucher etc., sondern lediglich Nichtraucher und Raucher.

Folgende Variablen von "Probanden" und "Kontrollgruppe" sind bei beiden vorhanden und damit vergleichbar:

1. Geschlecht
2. Rauchmenge (Nichtraucher/Raucher)
3. Bleigehalt (in [µg/g])
4. Cadmiumgehalt (in [µg/g])

---

(1): 3o, 16 Die Originaldaten von UYGUN und OHNEIS sind in der Zahnklinik München auf Datenplatte gespeichert.
(2): 16 (3): 3o

7. Meßergebnisse

7.1. Problematik der Nachweisgrenze

Bei unseren Zahnsteinproben wurden extrem niedrige Cadmium- und Bleiwerte ermittelt. Zahlenwerte auf drei Dezimalen genau und Werte unter o,o5 ppm Cd bzw. unter o,5 ppm Pb müssen kritisch beurteilt werden, da in so geringen Konzentrationsbereichen Verunreinigungen das Meßergebnis verfälschen können, vor allem wenn man die kleinen Einwaagen berücksichtigt.

Bei Messungen in den genannten Konzentrationsbereichen kann nicht ausgeschlossen werden, daß ein erheblicher Anteil der gemessenen Blei- und Cadmiumwerte nicht aus dem Zahnstein stammt, sondern verfahrensbedingt ist und zum Beispiel aus den verwendeten Lösungen, Gefäßen und Geräten herrührt. Möglicherweise kommt ein Teil der Schwermetalle im Zahnstein von den Scalern, mit denen der Zahnstein entfernt wurde; es kann eine Kontamination durch die Luft während des Trocknens bei der Probennahme erfolgen (auch wenn die Luft als unbelastet einzustufen ist).

Ferner: Läßt man eine Lösung mit niedrigen Schwermetallkonzentrationen einige Stunden an der Luft stehen und mißt man danach nochmal, so findet man höhere Werte. Dies zeigt, wie empfindlich die Atomabsorptionsspektrometrie auf scheinbar unbedeutende Veränderungen reagiert (1).

Die Werte von o,o5 ppm Cd bzw. o,5 ppm Pb sehen Fachleute der chemischen Analytik für Zahnstein als Nachweisgrenze an, wenn mit der Atomabsorptionsspektrometrie gemessen wird (2), allerdings gibt es andere Meinungen, die besagen, daß auch niedrigere Werte Aussagekraft haben (3).

---

(1): 1
(2): 1, 22, 31
(3): 2

Bei unserer Untersuchung lagen 93 % aller Bleiwerte und 96 % aller Cadmiumwerte unter den oben genannten Grenzen. Eine Schwermetallbelastung für Blei oder Cadmium war nicht festzustellen.

Um Signifikanztests durchführen zu können und unsere Resultate mit anderen Arbeiten vergleichen zu können, geben wir in unserer Untersuchung niedrigere Werte als o,5 ppm für Blei und o,o5 ppm für Cadmium an. Diese müssen allerdings kritisch betrachtet werden.

Der Unterschied der "kritischen Grenze" für Blei und Cadmium von o,5 und o,o5 ppm liegt darin, daß die große Menge an Calcium im Zahnstein zu Verfälschungen führen kann, vor allem bei der Messung des Bleigehalts, zum Beispiel weil sich Blei dem Calcium anlagert.

7.2. Originaldaten "Probanden" und "Kontrollgruppe"

Auf den nächsten Seiten folgt der Computer-Ausdruck der Originaldaten von "Probanden" und "Kontrollgruppe".

Erläuterungen S. 34

- = fehlender Wert

ORIGINAL-DATEN (PROBANDEN)

GRUPPE	MESSUNG-Nr	SEX	RAUCHMENGE	BLEI [ug/g]	CADMIUM [ug/g]	ALTER	STRASSE	PARODONTIT	KERAMIK	OBST/GEM.	EINWAAGE [mg]
	1	1	0	0	.030	49	0	2	-	0	25.100
	2	0	0	.400	0	50	0	2	-	0	5.700
	3	0	0	.400	0	57	0	0	-	1	8.400
	4	0	0	.300	.040	55	1	2	-	0	19.700
	5	0	0	.300	.030	63	0	2	-	1	10.100
	6	0	20	.300	.240	47	0	2	-	1	17.400
	7	1	0	.400	.020	56	1	0	-	1	17.200
	8	0	30	.300	0	40	0	1	-	0	8
	9	0	0	0	.030	50	1	2	-	0	16.900
	10	1	-	0	.020	73	0	-	-	-	97.500
	11	1	20	7.500	0	25	1	0	-	0	8.200
	12	1	0	.400	0	41	1	2	-	1	8.200
	13	0	0	0	.030	75	0	2	0	0	53.700
	14	0	20	0	.030	41	0	0	0	1	39.100
	15	1	20	.400	.040	43	0	1	0	0	12
	16	0	0	.300	.030	45	0	2	1	1	18.900
	17	1	30	0	0	43	0	2	0	0	8.600
	18	0	0	0	.040	34	1	2	1	1	8.100

Fortsetzung Originaldaten "Probanden"

19	1	0	.400	0	31	0	1	1	0	9.200
20	0	0	.300	0	57	0	2	0	1	7.100
21	0	0	.300	.020	47	0	-	0	1	10
22	0	0	0	.030	55	1	2	0	1	14.500
23	1	0	.400	0	44	0	1	1	1	5
24	1	20	.400	.030	38	0	1	1	1	13.600
25	1	0	0	0	22	0	1	-	1	9.800
26	0	0	.300	0	50	1	2	0	1	6.800
27	1	20	.400	0	27	1	0	1	0	13.400
28	0	0	0	0	19	1	0	-	1	9.700
29	0	20	.400	.040	40	0	2	0	0	17.900
30	1	20	.400	.020	23	0	0	0	0	7.100
31	1	20	.300	.030	47	0	1	0	1	29.800
32	0	20	12.600	.020	60	1	0	0	0	19.100
33	0	0	0	0	48	1	0	0	1	9.300
34	0	0	.400	.030	35	0	0	0	1	24.700
35	0	0	.300	.020	54	1	-	0	1	69.600
36	1	0	.300	.030	58	0	2	0	0	177
37	1	20	1.600	.020	38	0	0	0	0	85.700
38	1	0	.400	0	55	0	0	0	1	26
39	0	0	.300	.030	57	0	0	0	0	18.500
40	0	0	0	.020	19	0	1	0	1	46.500
41	0	0	.300	.040	53	0	1	0	1	15.600
42	0	0	.400	.030	54	0	1	0	0	9.300
43	0	30	.400	.550	52	0	1	0	1	101.300
44	1	0	0	.020	40	1	0	0	1	44.800
45	0	0	.300	0	50	0	1	0	1	51
46	0	0	0	0	54	0	2	0	0	53.400
47	0	0	0	.030	53	1	1	0	0	8.300
48	1	0	.300	.030	48	0	2	1	0	82.800
49	0	0	.400	.020	46	0	2	1	0	10.500
50	1	0	.400	0	-	1	2	1	1	31.200
51	0	0	0	.040	53	0	1	0	0	8.500
52	0	20	.300	.030	28	1	1	0	0	4.900
53	1	20	.400	.040	50	1	1	0	0	29.500
54	0	0	.400	.020	55	1	2	0	0	34.200
55	0	0	0	0	62	0	2	1	1	29.400
56	1	20	1.400	.330	38	0	1	1	1	36.600
57	1	0	0	.040	50	1	1	1	1	57.900
58	0	0	0	.030	54	1	2	1	1	76.200
59	1	0	.300	.020	66	0	2	1	1	84.200
60	1	30	1.900	.030	38	0	1	1	1	29.700
61	1	20	.400	.020	30	1	2	0	0	87.300
62	0	30	.300	.020	23	0	2	1	1	10.100
63	1	20	.300	0	47	0	1	1	0	8.800
64	0	0	.400	.020	42	1	2	0	1	9.900
65	1	0	.300	.030	54	0	2	1	0	32.800
66	1	0	.300	.020	39	0	2	1	1	9.800
67	1	0	0	.040	42	0	2	1	1	41.600
68	1	0	.400	.030	53	1	1	0	0	18.500
69	1	0	.300	.020	57	1	1	0	0	12.600
70	1	0	.400	0	64	1	2	0	0	11.600
71	0	0	.400	.020	73	0	2	0	1	182.100
72	0	0	0	.030	65	0	2	0	0	20.300
73	1	0	0	.040	51	1	1	0	1	22.300
74	0	0	.400	.020	62	0	2	0	1	12.200
75	0	0	.400	0	79	0	2	0	0	57.800
76	1	20	.300	.020	25	0	2	0	1	18.200
77	1	30	.300	.030	46	1	2	0	1	55.600
78	1	20	5.200	.030	41	0	2	0	1	23.800
79	1	0	0	.020	54	0	2	0	1	15
80	1	20	0	.040	46	0	2	0	1	24

ORIGINAL-DATEN (KONTROLLE)

GRUPPE	MESSUNG-Nr	SEX	RAUCHMENGE	BLEI	CADMIUM
	1	1	0	.482	.254
	2	0	0	.468	.050
	3	1	10	.714	.112
	4	0	0	.371	.029
	5	0	0	1.541	.041
	6	1	10	3.782	.123
	7	0	0	1.307	.063
	8	0	10	1.292	.055
	9	1	30	2.333	.038
	10	1	0	3.907	.046
	11	0	30	.408	.082
	12	1	20	6.309	.111
	13	1	0	2.542	.034
	14	1	30	3.809	.032
	15	1	10	5.494	.082
	16	1	10	2.198	.019
	17	1	20	1.099	.026
	18	1	10	.712	.052
	19	1	30	2.770	.069
	20	1	0	.468	.010
	21	0	0	1.743	.006
	22	0	30	3.418	.120
	23	1	10	4.980	0
	24	0	0	3.511	.003
	25	0	0	1.282	.004
	26	1	0	1.531	.015
	27	0	30	.834	.025
	28	0	0	.677	.013
	29	1	0	1.277	.001
	30	1	0	.689	.031
	31	0	0	.591	.006
	32	1	30	3.093	.015
	33	1	0	2.877	.009
	34	0	0	3.156	.228
	35	1	0	2.622	.051
	36	0	10	2.934	.072
	37	0	0	4.162	0
	38	0	0	4.156	.185
	39	1	0	1.554	.039
	40	1	0	5.452	.049
	41	1	10	6.183	.176
	42	0	0	1.780	.007
	43	0	10	4.124	.054
	44	1	0	1.787	.022
	45	0	0	1.611	.008
	46	1	10	.927	.008
	47	0	0	2.241	.001
	48	0	0	3.624	.056
	49	0	0	3.238	.003
	50	1	10	4.406	.015
	51	0	0	1.252	.012
	52	0	30	3.116	.059
	53	0	30	6.399	.072
	54	1	0	2.915	.031
	55	0	0	-	.003
	56	1	0	-	.013
	57	1	0	-	.016
	58	1	0	-	.041
	59	0	10	-	.010
	60	0	10	-	.011
	61	1	0	-	.009
	62	1	20	-	.041
	63	1	0	-	.010
	64	1	0	-	.015
	65	1	10	-	.013
	66	1	10	-	.016
	67	1	0	-	.009
	68	1	20	-	.046
	69	0	0	-	.070
	70	0	10	-	.015

Fortsetzung Originaldaten "Kontrollgruppe"

71	1	10	-	.072
72	1	10	-	.024
73	0	10	-	.015
74	1	10	-	.056
75	1	20	-	.044
76	1	20	-	.023
77	1	0	-	.098
78	1	20	-	.024
79	1	10	-	.015
80	0	0	-	.035
81	0	0	-	.411
82	1	10	-	.077
83	0	0	-	.025
84	1	20	-	.023
85	1	20	-	.024
86	1	10	-	.163
87	1	20	-	.047
88	1	10	-	.006
89	0	0	-	.003
90	0	10	-	.007
91	1	20	-	.004
92	1	10	-	.044
93	1	10	-	.007
94	0	0	-	.076
95	1	0	-	.008
96	0	20	-	.022
97	1	10	-	.025
98	1	20	-	.162
99	0	0	-	.261
100	1	10	-	.021
101	1	0	-	.010
102	1	20	-	.022
103	1	20	-	.021
104	1	0	-	.018
105	1	0	-	.015
106	1	10	-	.001
107	1	10	-	.121
108	0	10	-	.028
109	1	10	-	.004
110	0	0	-	.008
111	0	10	-	.047
112	0	10	-	.000
113	1	0	-	.012
114	0	0	-	.050
115	1	10	-	.084
116	0	0	-	.003
117	0	10	-	.190
118	0	0	-	.070
119	0	0	-	.006
120	1	0	-	.009
121	1	10	-	.011
122	0	10	-	.016
123	0	0	-	.001
124	0	0	-	.002
125	1	0	-	.003
126	1	0	-	.003
127	0	0	-	.131
128	1	0	-	.145
129	0	0	-	.013
130	1	0	-	.018
131	1	10	-	.006
132	1	10	-	.003
133	0	0	-	.060
134	1	0	-	.004
135	1	0	-	.129
136	1	0	-	.128
137	1	0	-	.003
138	1	0	-	.058
139	1	10	-	.093
140	1	10	-	.099
141	0	0	-	.163
142	1	0	-	.241
143	1	20	-	.172
144	0	20	-	.011
145	0	20	-	.343
146	0	20	-	.276
147	1	20	-	.444

Fortsetzung Originaldaten "Kontrollgruppe"

	148	0	20	-	.411
	149	1	20	-	.012
	150	0	20	-	.035
	151	1	20	-	.125
	152	1	20	-	.018
	153	1	20	-	.192
	154	1	20	-	.104
	155	1	20	-	.104
	156	1	20	-	.304
	157	1	20	-	.014
	158	0	20	-	.057
	159	1	30	-	.660
	160	1	30	-	.002
	161	1	30	-	.041
	162	1	30	-	.055
	163	1	30	-	.036
	164	1	30	-	.142
	165	1	30	-	.141
	166	1	30	-	.533
	167	1	30	-	.677
	168	1	30	-	.399
	169	1	30	-	.127
	170	1	30	-	.162
	171	1	30	-	.153
	172	1	30	-	.428
	173	1	30	-	.444
	174	1	30	-	.170
	175	1	30	-	.020
	176	1	30	-	.250
	177	1	30	-	.069
	178	1	30	-	.028
	179	1	30	-	.055
	180	1	30	-	.124
	181	1	30	-	.099
	182	1	30	-	.087
	183	1	30	-	.231
	184	1	30	-	.133
	185	1	30	-	0
	186	1	30	-	0
	187	1	30	-	0
	188	1	30	-	0

8. Auswertung*)

8.1. Gesamtkollektiv Hohenpeißenberg

8.1.1. Statistik-Tabelle (mit Ausreißern)

Statistik-Tabelle für das Gesamtkollektiv ohne Untergruppen mit allen untersuchten Variablen (mit Ausreissern)

STATISTIK-TABELLE

	VARIABLE	N	Min	Max	MITTELW. +-	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
1	SEX	80	0.000	1.000	.488	.503	0.000	0.000	1.000
2	RAUCHMENGE	79	0.000	30.000	7.089	10.760	0.000	0.000	0.000
3	BLEI	80	0.000	12.600	.596	1.690	.300	.300	.300
4	CADMIUM	80	0.000	.550	.033	.073	.020	.020	.030
5	ALTER	79	19.000	79.000	47.443	12.941	49.000	46.000	51.000
6	STRASSE	80	0.000	1.000	.350	.480	0.000	0.000	0.000
7	PARODONTIT	77	0.000	2.000	1.338	.771	2.000	1.000	2.000
8	KERAMIK	66	0.000	1.000	.303	.463	0.000	0.000	0.000
9	OBST/GEM.	79	0.000	1.000	.570	.498	1.000	0.000	1.000

Anm.: Zeile 1: Sex = Geschlecht; o = weiblich
1 = männlich

Zeile 2: Rauchmenge: Zur Eingabe in den Computer müssen die Daten in Zahlenform vorliegen. Wir verwendeten die Zahlen Null für Nichtraucher, 2o für Schwachraucher (bis 2o Zig./d) und 3o für Schwerraucher (über 2o Zig./d).

Zeile 3: "Blei" bedeutet Bleigehalt in [µg/g]

Zeile 4: ebenso: Cadmiumgehalt in [µg/g]

Zeile 5: Alter in [Jahren]

Zeile 6: "Straße" bedeutet "Wohnen Sie an einer viel befahrenen Straße?"; o = nein
1 = ja

---

*) Die Auswertung auf den folgenden Seiten wurde auf dem Hewlett-Packard-Computer 9845 B durchgeführt.
Für seine tatkräftige Unterstützung sei an dieser Stelle Herrn Dipl.-Phys. Dr. Hamm gedankt.

Zeile 7: o = es liegt keine Parodontitis vor
1 = Parodontitis marg. superficialis
2 = Parodontitis marg. profunda

Zeile 8: "Keramik" bedeutet "Essen Sie aus Keramikgeschirr?"; o = nein
1 = ja

Zeile 9: "Obst/Gem." bedeutet "Essen Sie viel Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten?"; o = nein
1 = ja

Zu Zeile 2 "Rauchmenge" und Zeile 7 "Parodontitis": Diese Parameter in Zahlen zu fassen ist schwierig, da damit eine Wertung verbunden ist. Wählen wir die Zahlen o, 1 und 2 für die einzelnen Parodontopathien, so ist ein anderes Ergebnis zu erwarten als bei den Zahlen o, 5 und 7. Warum? Nun, die Zahlen o, 1 und 2 sagen folgendes aus: Ein Nicht-Erkrankter und ein Patient mit Parodontitis marg. profunda ergeben als arithmetischen Mittelwert die Zahl 1, der gleiche Mittelwert ergibt sich bei zwei Patienten mit einer Parodontitis marg. superficialis. Somit wären bei einer statistischen Auswertung ein Nicht-Erkrankter und einer mit Parodontitis marg. profunda identisch mit zwei superfiziell Erkrankten. Bei einer Wertung mit den Zahlen o, 5 und 7 kommt dagegen ein völlig anderes Ergebnis heraus.

Bei der Rauchmenge ergibt sich eine ähnliche Problematik.

Folglich ist bei einer statistischen Auswertung mit diesen Parametern eine besonders kritische Betrachtungsweise angezeigt, vor allem in Punkt 8.1.4. "Korrelationen". Der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung dieser Parameter in der obigen Statistik-Tabelle haben keine Aussagekraft, sie seien aber der Vollständigkeit halber aufgeführt.

Spalte 2: N = Zahl der Observationen

Spalte 3/4: Min = die Observation mit dem geringsten Wert
Max = Maximalwert

Spalte 5: arithmetischer Mittelwert; bedeutet, daß wiederholte Messungen um ihn schwanken; wird durch Extremwerte stark beeinflußt.

Spalte 6: Standardabweichung, Maß für die Streubreite

Spalte 7: Median = der Wert, an dem die Hälfte aller Observationen darunter und die Hälfte darüber liegt; der Median wird durch Extremwerte weniger beeinflußt als der arithmetische Mittelwert; er ersetzt das arithmetische Mittel bei schiefen Verteilungen und bei Verdacht auf Ausreißer

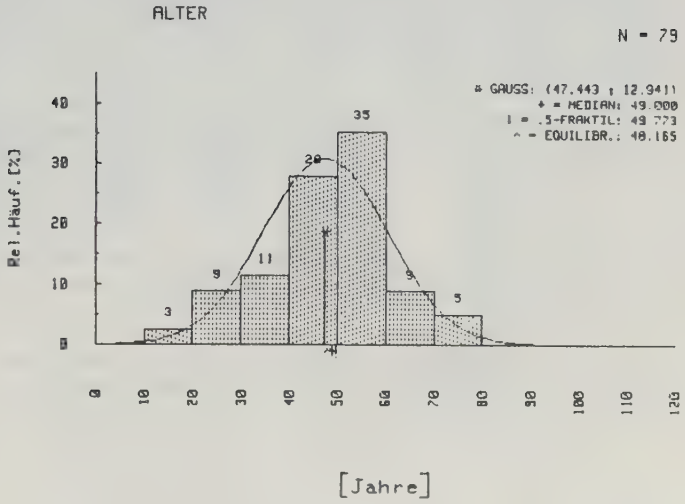
Spalte 8/9: 95 % - Vertrauensbereich des Medians; darunter versteht man den Bereich, der einen unbekannten Median mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit überdeckt, oder anders gesagt: Wenn man sich nicht auf eine Stichprobe (in unserem Fall zB. 8o) beschränkt, sondern alle Fälle untersucht, wird sich der "wahre" Median mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit in dem angegebenen Bereich befinden.

Sämtliche der oben aufgeführten Variablen wurden mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Tests auf Gauß-Verteilung überprüft. Es zeigte sich in keinem Fall eine Gauß-Verteilung.

Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test ist ein Test, der eine gegebene Verteilung mit einer idealen Gauß-Verteilung vergleicht. Bei unserer Statistik geht der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test von einer 5-prozentigen Irrtumswahrscheinlichkeit aus, das heißt er gibt eine gegebene Verteilung als Gauß-verteilt an, wenn dies mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit der Fall ist.

8.1.2. Histogramm der Altersverteilung

(Gesamtkollektiv)



Anm.: Auf der Graphik erscheint hinter der Bezeichnung "GAUSS" rechts oben erst der arithmetische Mittelwert und dahinter die Standardabweichung. Darunter ist der Median abgedruckt.

Unter dem Median wird das 5o % - Fraktil angegeben. Es bezeichnet den Wert, bei dem 5o % der Säulenfläche unter diesem Wert liegt und 5o % darüber. Somit wird die Gesamtfläche in zwei flächenmäßig gleich große Stücke unterteilt.

Unter dem 5o % - Fraktil erscheint schließlich der Equilibriumspunkt. An diesem Punkt befindet sich die Verteilung im Gleichgewicht, das heißt würden die Säulen als Gewichte aufgefaßt, wäre die linke und rechte Seite gleich schwer.

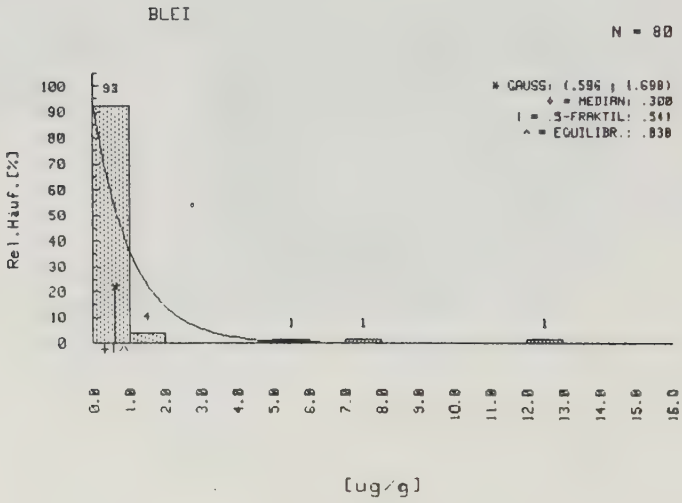
Der Equilibriumspunkt und das 5o % - Fraktil hängen von der Wahl der Klassenbreite ab.

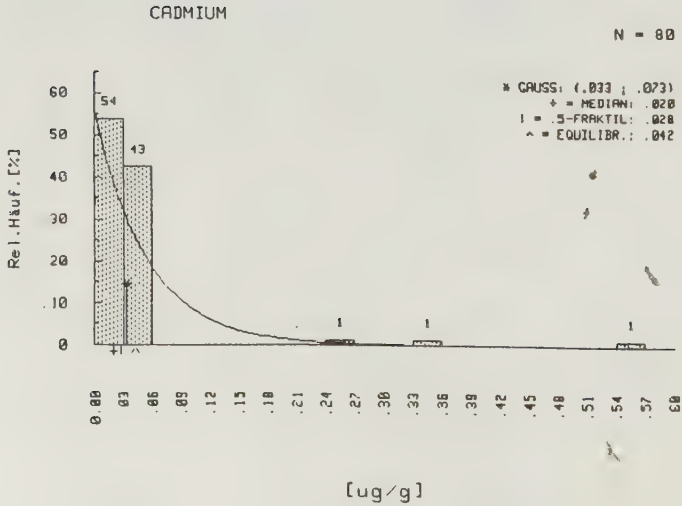
Die angegebenen vier Meßpunkte stellen ein Maß für die "zentrale Tendenz" dar, lassen also auf die Verteilung des Kollektivs schließen bzw. einen Trend feststellen. Bei idealer Gauß-Verteilung fallen die vier Punkte in einem Punkt zusammen.

Wir haben in alle Graphiken vom Computer optimale Gauß- oder exponentielle Kurven einzeichnen lassen, auch wenn die Verteilung nicht immer eindeutig gegeben war.

8.1.3. Histogramm des Blei- und Cadmiumgehalts (mit Ausreißern)

Es wurden keine Untergruppen gebildet.





8.1.4. Korrelations-Tabelle (mit Ausreißern)

KORRELATIONS - MATRIX

	SEX	RAUCHMENGE	BLEI	CADMIUM	ALTER	STRASSE
SEX		.238461*	.042191	-.072474	-.218363	.018351
RAUCHMENGE			.283974*	.317713*	-.421176*	-.119996
BLEI				-.003753	-.045321	.142994
CADMIUM					.006399	-.130815
ALTER						-.070485

	PARODONTIT	KERAMIK	OBST/GEM.
SEX	-.095966	.263752*	-.033032
RAUCHMENGE	-.155957	-.025963	-.093226
BLEI	-.257567*	-.073006	-.142735
CADMIUM	-.004852	.010992	.153288
ALTER	.302981*	-.220831	-.106778
STRASSE	-.110696	-.116563	-.050740
PARODONTIT		.174453	.016399
KERAMIK			.165760

Bei den mit * versehenen Werten ist eine Korrelation vorhanden (95%-Int.|r| >0)

Anm.: Angegeben ist der Korrelationskoeffizient r. Eine Korrelation ist dann vorhanden, wenn das 95%-Vertrauensintervall von |r| den Nullpunkt nicht enthält. In der obigen Tabelle ist zwar nur der Wert r und nicht das zugehörige 95%-Vertrauensintervall abgedruckt, das Intervall wurde aber vom Computer geprüft. Nur wo ein * erscheint, ist der gesamte 95%-Bereich zur Gänze größer oder kleiner als o, nur dann ist also eine Korrelation vorhanden. Bei negativen Werten spricht man von einer negativen Korrelation. Je größer der Wert |r| ist, desto besser ist die Korrelation. r kann nur Werte zwischen minus 1 und plus 1 annehmen.

r ist nicht robust gegenüber Ausreißern.

Wie unter Punkt 8.1.1. angeführt, sind Korrelationen mit den Parametern "Rauchmenge" und "Parodontitiden" kritisch zu beurteilen.

In unserem Kollektiv sind folgende Korrelationen feststellbar:

1. Die Rauchmenge ist mit dem Geschlecht korreliert, Männer rauchen mehr als Frauen.
2. Mit der Rauchmenge steigt der Bleigehalt im Zahnstein an.
3. Mit der Rauchmenge steigt der Cadmiumgehalt im Zahnstein an.

4. Mit dem Alter nimmt die Rauchmenge ab. Hier liegt der höchste Korrelationskoeffizient in unserem Kollektiv vor (r = -o,42).
5. Das Geschlecht ist mit der Benutzung von Keramikgeschirr korreliert. Nach der Tabelle essen mehr Männer aus Keramikgeschirr als Frauen.
6. Seltsamerweise ist der Bleigehalt negativ mit der Schwere von Erkrankungen des Zahnhalteapparates korreliert. Dies bedeutet, daß Patienten ohne Parodontopathien höhere Bleiwerte aufweisen als Patienten mit einer Parodontitis marginalis superficialis und diese wiederum höhere als Patienten mit einer Parodontitis marginalis profunda.
7. Das Alter korreliert mit Parodontopathien, das heißt mit steigendem Alter nimmt die Schwere der Parodontalerkrankungen zu (1).

8.1.5. Statistik-Tabelle (ohne Ausreißer)

Es wurden von den sechs Blei-Ausreißern drei eliminiert. Die Eliminierung aller Blei-Ausreißer hätte das Bild verfälscht, beispielsweise waren alle Blei-Ausreißer Raucher. Hätten wir alle sechs Ausreißer gestrichen, wären das Kollektiv "Raucher" um ein Viertel geschrumpft.

Nach Eliminierung der drei Blei-Ausreißer 12,6 ppm, 7,5 ppm und 5,2 ppm und der drei Cadmium-Ausreisser o,55 ppm, o,33 ppm und o,24 ppm ergibt sich folgende Tabelle für die Variablen Blei- und Cadmiumgehalt (die anderen Variablen bleiben unverändert):

---

(1): Diese Aussage ist ein "Nebenbefund" unserer Untersuchung. Genaueres findet sich im Anhang, S. 77 f.

STATISTIK-TABELLE

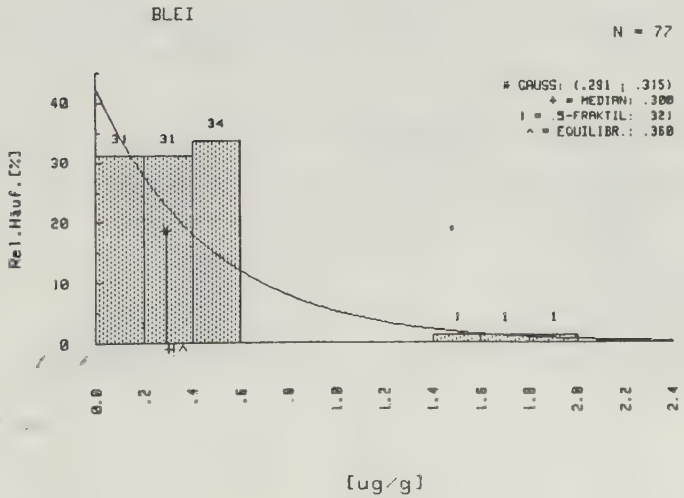
VARIABLE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW. ±-	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
	77	0.000	1.800	.291	.315	.300	.300	.300
CADMIUM								
	77	0.000	.040	.020	.014	.020	.020	.030

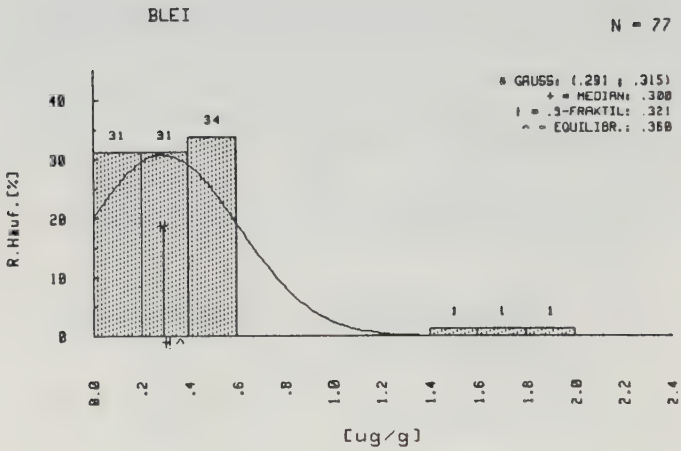
Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

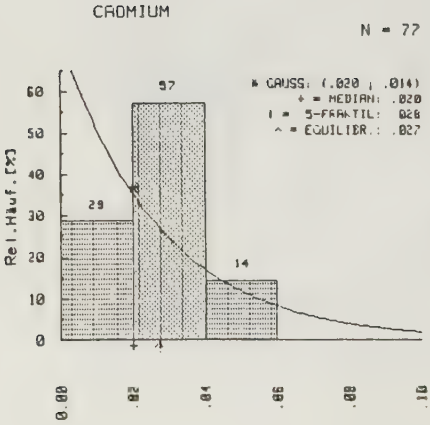
Anm.: Auch nach Ausreißer-Eliminierung liegt keine Gauß-Verteilung vor.

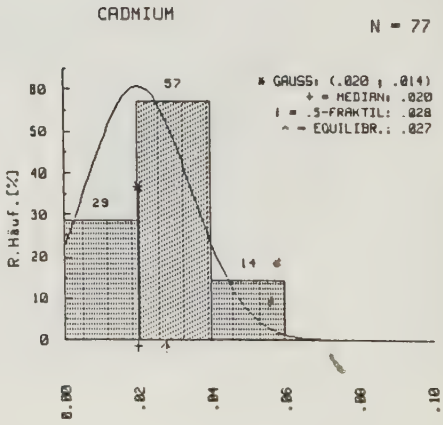
8.1.6. Histogramm des Blei- und Cadmiumgehalts (ohne Ausreißer)

In dieselbe Graphik wurden eine Exponential- und eine Gaußkurve eingezeichnet.




BLEI
N = 77
* GAUSS: (.291 ; .315)
+ = MEDIAN: .300
| = .5-FRAKTIL: .321
^ = EQUILIBR.: .360
R.Häuf.[%]
40
30
20
10
0
31
31
34
1
1
1
0.0
.2
.4
.6
.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2
2.4
[ug/g]


CADMIUM
N = 77
* GAUSS: (.020 ; .014)
+ = MEDIAN: .020
| = .5-FRAKTIL: .028
^ = EQUILIBR.: .027
Rel.Häuf.[%]
60
50
40
30
20
10
0
57
29
14
0.00
.02
.04
.06
.08
.10


CADMIUM
N = 77
* GAUSS: (.020 ; .014)
+ = MEDIAN: .020
| = .5-FRAKTIL: .028
^ = EQUILIBR.: .027
R.Häuf.[%]
80
50
40
30
20
10
0
57
29
14
0.00
.02
.04
.06
.08
.10

[ug/g]

8.1.7. Korrelations-Tabelle (ohne Ausreißer)

	SEX	RAUCHMENGE	BLEI	CADMIUM	ALTER	STRASSE
SEX		.238461*	.218653	-.009036	-.218363	.013351
RAUCHMENGE			.363226*	.065481	-.421176*	-.113996
BLEI				-.060142	-.128565	-.154532
CADMIUM					.077533	.012109
ALTER						-.070485

	PARODONTIT	KERAMIK	OBST/GEM.
SEX	-.095966	.263752*	-.033032
RAUCHMENGE	-.155957	-.025963	-.093226
BLEI	-.185306	.159657	-.039797
CADMIUM	.140342	-.074634	-.028772
ALTER	.302981*	-.220831	-.106778
STRASSE	-.110696	-.116563	-.050740
PARODONTIT		.174453	.016399
KERAMIK			.165760

Bei den mit * versehenen Werten ist eine Korrelation vorhanden (95%-Int.|r| >0)

Gegenüber der Korrelations-Tabelle unter 8.1.4. (Gesamtkollektiv mit Ausreißern) sind folgende Veränderungen feststellbar:

1. Eine Korrelation zwischen Rauchmenge und Cadmiumgehalt ist jetzt nicht mehr gegeben.
2. Eine negative Korrelation zwischen Blei und Parodontitis liegt nicht mehr vor.

8.2. Kollektiv Hohenpeißenberg und Vergleichskollektiv

8.2.1. Statistik-Tabelle "Nichtraucher + Raucher/Probanden" und "Nichtraucher + Raucher/Kontrolle" für den Blei- und Cadmiumgehalt mit Ausreißern

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW. +-	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
NR Prob	54	0.000	.400	.222	.177	.300	.300	.300
R Prob	25	0.000	12.600	1.428	2.893	.400	.300	.400
NR Kont	31	.371	5.452	2.091	1.328	1.743	1.307	2.622
R Kont	23	.400	6.399	3.105	1.921	3.093	2.198	3.889
CADMIUM								
NR Prob	54	0.000	.040	.019	.015	.020	.020	.030
R Prob	25	0.000	.550	.064	.126	.030	.020	.030
NR Kont	74	0.000	.411	.050	.076	.016	.012	.031
R Kont	114	0.000	.677	.097	.133	.047	.032	.069

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

8.2.2. Korrelations-Tabelle "Kontrollgruppe" und "Probanden" (mit Ausreißern)

KORRELATIONS - MATRIX *(Kontrollgruppe)*

	SEX	RAUCHMENGE	BLEI	CADMIUM
SEX		.306736*	.142430	.073015
RAUCHMENGE			.230282	.328958*
BLEI				.235104

Bei den mit * versehenen Werten ist eine Korrelation vorhanden (95%-Int.|r| >0)

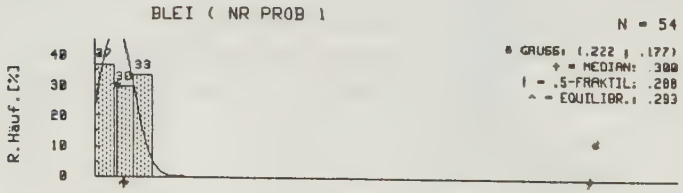
KORRELATIONS - MATRIX *(Probanden)*

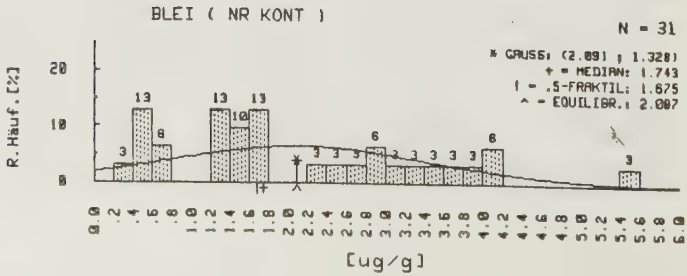
	SEX	RAUCHMENGE	BLEI	CADMIUM
SEX		.238461*	.042191	-.072474
RAUCHMENGE			.283974*	.317713*
BLEI				-.003753

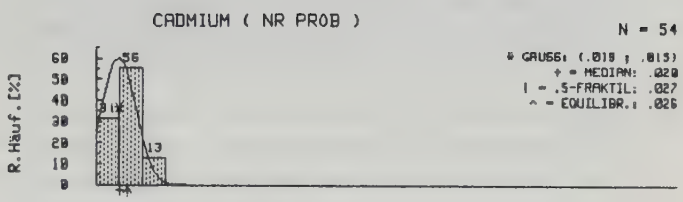
Bei den mit * versehenen Werten ist eine Korrelation vorhanden (95%-Int.|r| >0)

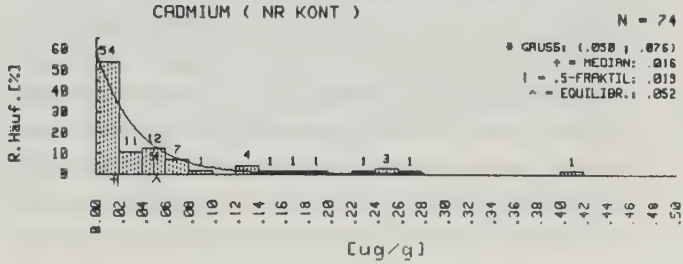
8.2.3. Histogramm "Nichtraucher/Probanden" und "Nichtraucher/Kontrollgruppe"

für Blei und Cadmium mit Ausreißern









Um zu überprüfen, ob sich zwei miteinander zu vergleichende Kollektive unterscheiden (zum Beispiel bezüglich des Bleigehalts) oder nicht, gibt es mathematische Signifikanztests. Jeder Test hat ein eigenes Anwendungsgebiet. Beispielsweise wendet man den t-Test an, wenn bei beiden zu vergleichenden Kollektiven eine Gauß-Verteilung vorliegt und wenn die Varianzen in etwa übereinstimmen (Varianz = Standardabweichung^2). Damit stellt dieser Test anspruchsvolle Voraussetzungen; er besitzt aber dafür im statistischen Sinne große Macht (zur Erinnerung: Zur Überprüfung, ob eine Gauß-Verteilung vorliegt, wird der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test benutzt). Da unsere Kollektive und Untergruppen diese strengen Voraussetzungen nicht erfüllten, wendeten wir den t-Test nicht an. Er sei hier aber er-

wähnt, weil viele Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Medizin den t-Test im Vertrauen auf seine Robust-, heit gegenüber Verletzungen der Voraussetzungen benutzen.

Bei unserer Auswertung wendeten wir zwei Tests an: Den Cramer- von Mises-Test und den Vier-Felder-Test. Bei diesen Tests handelt es sich um sogenannte "konservative Tests". Hier sind keine so strengen Voraussetzungen mehr gefordert, um den Test anwenden zu können.

Der Cramer- von Mises-Test verlangt eine homomere Verteilung der zwei Kollektive, das heißt es müssen in etwa gleiche Verteilungsformen vorliegen wie exponentielle oder annähernde Gauß-Verteilung. Es müssen keine ähnlichenVarianzen vorhanden sein. Unter diesen Voraussetzungen vergleicht der Cramer-von Mises-Test zwei Kollektive in ihrer "zentralen Tendenz".

Für den Vier-Felder-Test ist die Verteilungsform gleichgültig. Er vergleicht bei zwei alternativen Kollektiven, wieviele Werte unter einer bestimmten Separationsgrenze (zum Beispiel dem Gesamtmedian zweier Kollektive) liegen und wieviel darüber. Es wird dabei geprüft, inwieweit die Feldbesetzung (=Anzahl der jeweiligen Werte oberhalb bzw. unterhalb der Separationsgrenze) signifikant von der unter der Nullhypothese zu erwartenden Feldbesetzung abweicht.

Die Kollektive "Nichtraucher Probanden" und "Nichtraucher Kontrollgruppe" unterscheiden sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leqq 0{,}000$ für Blei (nach dem Cramer-von Mises-Test). Dies bedeutet,daß die Probanden-Nichtraucher hochsignifikant niedrigere Bleiwerte haben (1).

---

(1): siehe Computer-Ausdruck im Anhang, S. 62

Für Cadmium sieht das Ergebnis so aus:

1. Nimmt man den Vier-Felder-Test mit dem Gesamtmedian als Separationsgrenze, so ist kein signifikanter Unterschied feststellbar ($p \geqq o,422$).
2. Wählt man den Gesamtmittelwert als Separationsgrenze, so zeigt das Kollektiv "Probanden" hochsignifikant niedrigere Werte ($p \geqq o,oo2$).
3. Der Cramer-von Mises-Test (eigentlich nicht indiziert, da keine ähnlichen Verteilungen vorliegen) weist für das Kollektiv "Kontrolle" nahezu signifikant niedrigere Werte aus ($p \geqq o,o54$).

Normalerweise geben die Tests, auch wenn einer davon nicht exakt indiziert ist, einen ähnlichen Trend an, für Cadmium jedoch zeigt sich, daß das Testergebnis von der Wahl der Separationsgrenze abhängt. Beim Vier-Felder-Test unter Punkt 1 ist kein Unterschied zwischen den Kollektiven nachweisbar (1), obwohl, wie aus dem Histogramm auf Seite 45 ersichtlich ist, bei den Probanden Cadmiumwerte über o,o6 µg/g nicht vorkommen, während 21 % der Cadmiumwerte der Kontrollgruppe über diesem Wert liegen.

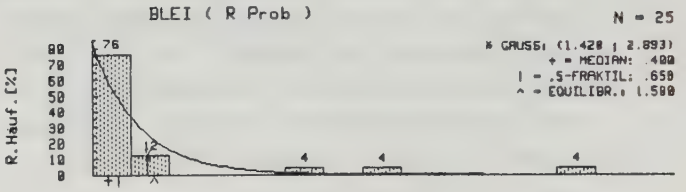
Diese Beobachtungen legen den konservativen Schluß nahe, daß sich die beiden Kollektive hinsichtlich des Cadmiumgehalts nicht unterscheiden.

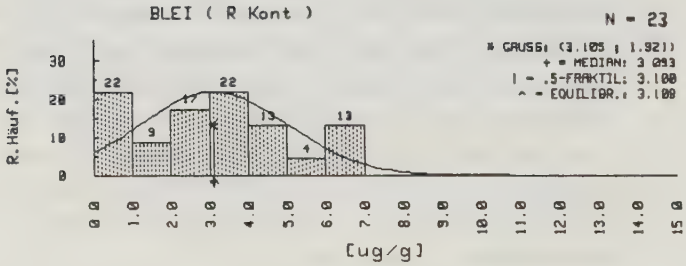
---

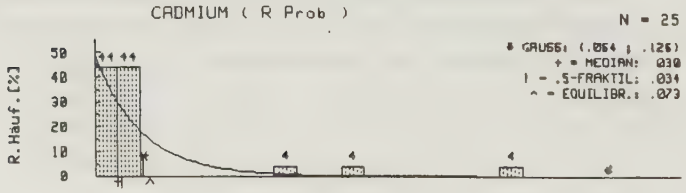
(1): siehe Computer-Ausdruck im Anhang, S. 62

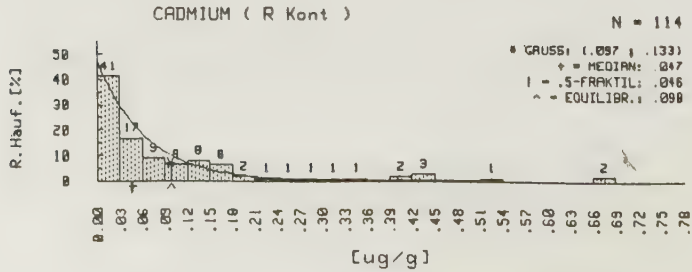
8.2.4. Histogramm "Raucher/Probanden" und "Raucher/Kontrolle"

für Blei und Cadmium mit Ausreißern









Der Bleigehalt der "Probanden-Raucher" (Median o,4 ppm Pb) liegt unter dem der "Kontroll-Raucher" (3,1 ppm Pb). Dieser Unterschied ist hochsignifikant mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leqq o,ooo2$. Angewendet wurde der Vier-Felder-Test. Sowohl für "Gesamtmedian" als auch für "Gesamtmittelwert" als Separationsgrenze ergibt sich $p \leqq o,ooo2$ (1).

Der Cadmiumgehalt der "Probanden-Raucher" beträgt im Median o,o3 ppm Cd, derjenige der "Kontroll-Raucher" o,o5 ppm Cd. Betrachtet man die Cadmium-Verteilung der zwei Kollektive als homomer, und benutzt man den Cramer-von Mises-Test, so zeigen die "Probanden-Raucher" keine signifikant niedrigere Belastung als die "Kontroll-Raucher" ($p \leqq o,o71$).

Hält man die Verteilung nicht für homomer, und wendet man den Vier-Felder-Test an (Separationsgrenze "Gesamtmedian"), so zeigen sich hochsignifikante Unterschiede mit $p \leqq o,oool$ (2).

Zu berücksichtigen ist, daß die "Kontroll-Raucher" einen höheren Anteil an Schwerrauchern als die "Probanden-Raucher" enthalten.

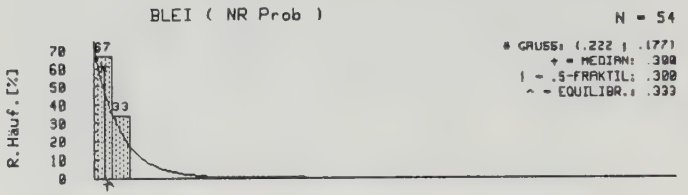
Angesichts dieser Lage wird eine konservative Testentscheidung, nämlich daß sich für Cadmium keine signifikanten Unterschiede nachweisen lassen, bevorzugt.

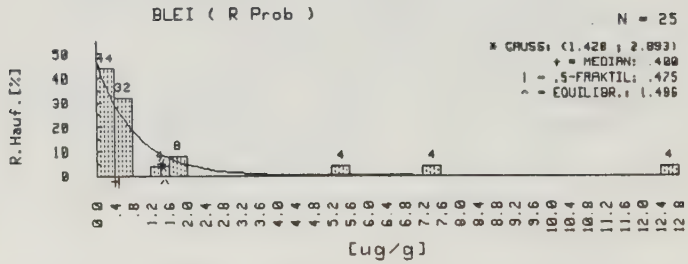
---

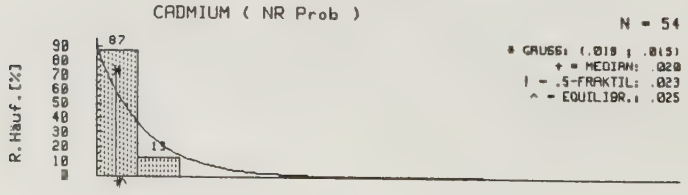
(1): siehe Computer-Ausdruck im Anhang, S. 63
(2): siehe Computer-Ausdruck im Anhang, S. 63

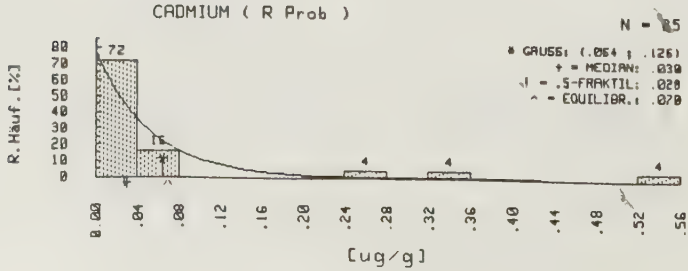
8.2.5. Histogramm "Nichtraucher/Probanden" und "Raucher/Probanden"

für Blei und Cadmium mit Ausreißern









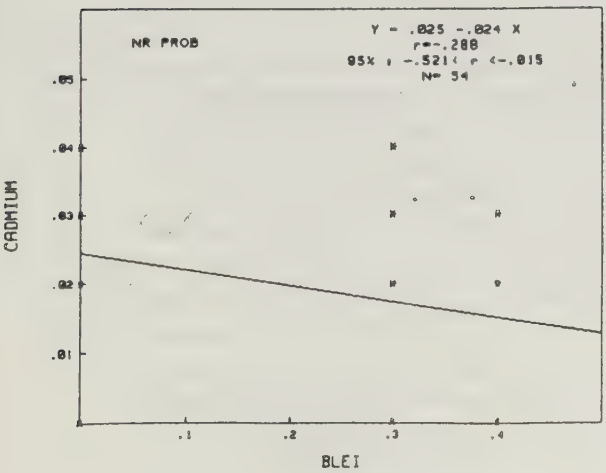
Das Kollektiv der Raucher zeigt für Blei und Cadmium geringfügig höhere Medianwerte als das Kollektiv der Nichtraucher. Der Cramer-von Mises-Test weist keine signifikanten Unterschiede aus. Allerdings spricht das Maß der "zentralen Tendenz" für höhere Blei- und Cadmiumgehalte der Raucher, und auch der Vier-Felder-Test bestätigt diese Richtung (1).

Zu beachten ist, daß unter dem Kollektiv der Raucher nur ein sehr geringer Anteil an Starkrauchern war, und von den Schwachrauchern rauchten manche nur wenige Zigaretten pro Woche. Dies kann erklären, warum keine signifikanten Unterschiede zwischen Rauchern und Nichtrauchern zu finden waren.

8.2.6. Blei-Cadmium-Korrelationsdiagramme

Für die Gruppen "Raucher/Probanden", "Raucher/Kontrolle" und "Nichtraucher/Kontrolle" zeigten sich keine Blei-Cadmium-Korrelationen.

Nur für die "Nichtraucher/Probanden" ergab sich folgende negative Korrelation:



Lineares Modell : Y= A + B*X
A= .02452
B=-.02366

95% : .01832 < A < .03071
95% : -.04557 < B < -.00175

Lin. Korrelationskoeffizient r
r=-.28780

95% : -.52864 < r < -.01511

(1): siehe Computer-Ausdruck im Anhang, S. 64

8.3. Untergruppen des Kollektivs Hohenpeißenberg

Überprüfung der Untergruppen bezüglich des Blei- und Cadmiumgehalts

Um zu überprüfen, ob ein bestimmter Personenkreis einer besonderen Belastung ausgesetzt ist, bildeten wir folgende Untergruppen (1):

a) Nichtraucher Frauen
Nichtraucher Männer

(die Untergruppe Raucher Frauen/Raucher Männer hatte zu wenig Observationen, um sich zur Untersuchung zu eignen)

b) verschiedene Altersgruppen:

Alter 19-38 Jahre
Alter 39-56 Jahre
Alter 57-79 Jahre

c) Bewohner von nicht viel befahrenen Straßen
Bewohner von viel befahrenen Straßen

d) Patienten, die nicht aus Keramikgeschirr essen
Patienten, die aus Keramikgeschirr essen

e) Patienten, die nicht viel Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten essen
Patienten, die viel Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten essen

f) nach Parodontalerkrankungen aufgeteilt:

Patienten ohne Erkrankung
Patienten mit Parodontitis marginalis superficialis
Patienten mit Parodontitis marginalis profunda

Bis auf die Untergruppen b) und f) wendeten wir den Cramer-von Mises-Test an. Es zeigte keine Untergruppe eine signifikant höhere Belastung. Weibliche Nichtraucher hatten keine höhere oder niedrigere Belastung für Blei oder Cadmium als männliche Nichtraucher aufzuweisen (diese Aussage gilt auch für die Kontrollgruppe). Bei Bewohnern von viel befahrenen Straßen war kein erhöhter Schwermetallgehalt nachzuweisen. Keramikgeschirr kommt nicht als Verursacher einer Belastung in Frage und auch nicht das Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten.

---

(1): siehe Computer-Ausdruck im Anhang, S. 67 ff.

Diese Feststellungen gelten mit und ohne Ausreisser.

Bei b) und f) liegen mehr als zwei Untergruppen vor. In diesem Fall benutzten wir den Kruskal-Wallis-Test und anschließend den Trend-Test (Sj-Test von Jonckheere), da der Cramer-von Mises-Test nur bei zwei zu vergleichenden Gruppen indiziert ist.

Der Kruskal-Wallis-Test dient dazu, herauszufinden, ob sich bei mehr als zwei Untergruppen mindestens eine von den anderen sigifikant unterscheidet. Der Trend-Test sagt aus, ob bei mehr als zwei Untergruppen für eine bestimmte Reihenfolge ein Trend besteht oder nicht.

Für die verschiedenen Altersgruppen zeigte der Kruskal-Wallis-Test keine signifikanten Unterschiede, und der Trend-Test ließ für verschiedene Reihenfolgen der Altersgruppen keinen Trend erkennen. Diese Aussagen gelten sowohl mit als auch ohne Ausreißer und beziehen sich auf den Blei- und Cadmiumgehalt.

Für die Untergruppen von Punkt f) ergab sich folgendes: Nur beim Cadmiumgehalt (Kollektiv mit Ausreißern) unterscheidet sich mindestens ein Kollektiv von allen anderen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \geqq 0{,}045$ (Kruskal-Wallis-Test).

Laut Trend-Test bestehen diese Tendenzen:

1. Mit Ausreißern: Für Blei:

   Für die Reihenfolge

   1) Keine Erkrankung
   2) Parodontitis marg. sup.
   3) Parodontitis marg. prof.

   ist ein Trend mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \geqq 0{,}00002$ vorhanden (Trend= abnehmender Bleigehalt).

   Für Cadmium:

   Für die Reihenfolge

   1) Parodontitis marg. sup.
   2) Parodontitis marg. prof.
   3) keine Erkrankung

ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leqq 0{,}000$ ein Trend vorhanden (Trend = abnehmender Cadmiumgehalt).

2. Ohne Ausreißer: Für Blei

   Für die Reihenfolge

   1) Parodontitis marg. sup.
   2) Parodontitis marg. prof.
   3) keine Erkrankung

   ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leqq 0{,}004$ ein Trend vorhanden (Trend = zunehmender Bleigehalt).

   Für Cadmium:

   Für die Reihenfolge

   1) Parodontitis marg. prof.
   2) Parodontitis marg. sup.
   3) keine Erkrankung

   ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leqq 0{,}0001$ ein Trend vorhanden (Trend = abnehmender Cadmiumgehalt).

Die genauen Daten und die Computer-Ausdrucke finden sich im Anhang, ab S. 67.

9. Literaturvergleich

Nachfolgend ein Literaturvergleich von unserer Arbeit mit früheren, aus Gründen der Übersichtlichkeit in Tabellenform. Die Untersuchungen sind chronologisch geordnet. Näheres zu den bisherigen Arbeiten kann in Kapitel 4.3. nachgelesen werden.

Tabelle A. Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse über den Bleigehalt im Zahnstein. (ppm)

Jahr	Gebiet	Forscher	Kollektiv	Mittelwert	s	Median	95% - Vb.	n
1977	München	Herzog	Normalpersonen männl.	5,58	6,23			75
			Normalpersonen weibl.	1,92	1,64			3o
			Verkehrspolizisten	1o,98	1o,3o			24
	Land München		Arbeiter in Akku-Fabrik	14,o1	9,21			9
			Arbeiter i. chem. Fabrik	45,34	34,99			9
			Arbeiter im Autobau	52,87	5o,75			4o
1978	München	Emslander	Nicht-Exponierte	4,37	2,12			18
			Belastete	25,1	9,7			4
1979	München	Hohmann	Pat. mit Par. m. prof.			4,95	3,5 - 7,8	51
			Pat. mit Par. m. sup.			8,9o	5,5 -2o,6	46
1979	Polen	Baczyk	Buchhalter	5,65				
			berufl. Exponierte	34,23				
1982	Norddtl.	Sonnt.-Dierks	Industriearbeiter in Unter-/Oberoker	11,4	11,o	7,8	2,6 -15,2	15
			Bew. v. Unter-/Oberoker	3,83	3,o2	2,25	1,6 - 5,o	32
			Bewohner von Goslar	2,29	2,51	1,4	o,65 - 2,9	18
			Bewohner von Wolfsburg	<2,2o	>1,98	<1,5	<1,4 - 1,6	41
1982	Japan	Kobayashi	Bewohner von Tokio	6,62		5,72		41
			Bew. der Region Ichikawa	2o,29		8,26		17
1983	CSSR	Havlik	Landbewohner (Böhmen/Mähren)	o,26	0,526			36
			Bewohner von Prag	4,53	3,935			32
			Belastete (Bleihütte)	31,49	15,19			28
1985	Niederbayern	Ohneis	Zementwerksarbeiter	3,491	3,25o	2,279	1,75o- 2,947	6o
			Kontrollgruppe (Land)	2,523	1,669	2,287	1,554- 2,934	54
			davon: Raucher	3,1o5	1,921	3,o93	2,198- 3,889	23
			Nichtraucher	2,o91	1,328	1,743	1,3o7- 2,622	31
1985	Peißenberg (Oberbay.)	Langseder	Landbewohner	o,6	1,7	o,3	o,3 - o,3	8o

Anm.: s = Standardabweichung, 95% - Vb. = 95% - Vertrauensbereich, n = Zahl der Proben

Tabelle B. Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse über den Cadmiumgehalt im Zahnstein. (ppm)

Jahr	Gebiet	Forscher	Kollektiv	Mittelwert	s	Median	95% - Vb.	n
1977	München	Herzog	Normalpersonen männl.	o,11	o,1o			75
			Normalpersonen weibl.	o,o84	o,o96			3o
			Verkehrspolizisten	o,49	o,43			24
	Land München		Arbeiter in Akku-Fabrik	o,o4	o,o7			9
			Arb. in chem. Fabrik	o,84	o,83			9
			Arbeiter im Autobau	o,27	o,22			4o
1982	Norddtl.	Sonnt.-Dierks	Industriearbeiter in Unter-/Oberoker	0,958	1,21	o,34	o,1 - 3,9	15
			Bew. v. Unter-/Oberoker	o,265	o,177	o,215	o,o8 - o,7o	32
			Bewohner von Goslar	o,29	o,34	o,19	o,o2 - 1,54	18
			Bewohner von Wolfsburg	o,26	o,17	o,18	o,15 - o,98	41
1982	Japan	Kobayashi	Bewohner von Tokio	1,47		o,92		16
			Bew. der Region Ichikawa	7,25		2,54		47
1983	München	Uygun	Nichtraucher	o,o17	o,o21	o,o1o		43
			Schwachraucher	o,o57	o,o54	o,o24		32
			Starkraucher	o,138	o,132	o,o93		29
			Zigarrenraucher	o,192	o,189	o,13o		3o
1985	Niederbayern	Ohneis	Zementwerksarbeiter	o,o97	o,252	o,oo4	o,ooo- o,o13	6o
			Kontrollgruppe (Land)	o,o5o	o,o57	o,o33	o,o22- o,o5o	5o
			davon: Nichtraucher	o,o42	o,o63	o,o22	o,oo9- o,o39	31
			Raucher	o,o62	o,o44	o,o55	o,o32- o,o72	23
1985	Peißenberg (Oberbay.)	Langseder	Landbewohner	o,o33	o,o73	o,o2o	o,o2o- o,o3o	8o

1o. Zusammenfassung

Es wurden 8o Zahnsteinproben aus dem Gebiet um den Hohenpeißenberg mit der flammenlosen Atomabsorptionsspektrometrie auf Blei- und Cadmiumgehalt untersucht.

Der Median für Blei lag bei o,3 ppm (95%-Vertrauensbereich: o,3 - o,3 ppm), der Median für Cadmium bei o,o2 ppm (95%-Vb.: o,o2 - o,o3 ppm). Der arithmetische Mittelwert für Blei betrug o,6 ± 1,7 ppm, für Cadmium o,o3 ± o,o7 ppm.

Eliminiert man Ausreißer, so ergeben sich folgende Werte: Blei: Der Median beläuft sich auf o,3 ppm (95%-Vb.: o,3 - o,3 ppm), der Mittelwert auf o,3 ± o,3 ppm.
Cadmium: Median o,o2 ppm (95%-Vb.: o,o2 - o,o3 ppm), Mittelwert o,o2 ± o,o1 ppm.

Aus den Arbeiten von UYGUN und OHNEIS (1) bildeten wir ein Vergleichskollektiv (="Kontrolle"). Die Arbeiten von UYGUN und OHNEIS beruhen auf demselben Verfahren wie unsere Untersuchung. Die Proben des Vergleichskollektivs stammen aus München und Abensberg/Niederbayern.

Die Probanden (=Bewohner des Gebiets um den Hohenpeissenberg) zeigten einen hochsignifikant niedrigeren Bleigehalt als das Vergleichskolltektiv (2). Die Mediane:

Nichtraucher Probanden:	o,3 ppm Pb (95%-Vb.: o,3-o,3 ppm)	
Nichtraucher Kontrolle:	1,7 ppm Pb (95%-Vb.: 1,3-2,6 ppm)	
Raucher Probanden:	o,4 ppm Pb (95%-Vb.: o,3-o,4 ppm)	
Raucher Kontrolle:	3,1 ppm Pb (95%-Vb.: 2,2-3,9 ppm)	(3)

Beim Cadmiumgehalt läßt sich keine Aussage hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen Probanden und Vergleichskollektiv machen, sowohl für Raucher als auch für Nichtraucher. Der Grund dafür liegt im ungleichen Verteilungsmuster der beiden Kollektive (4), so daß verschiede-

---

(1): 3o und 16
(2): Cramer-von Mises-Test, p≤o,ooo für Raucher und Nichtraucher, vgl. S. 46 und S. 49
(3): S. 43 ff.
(4): vgl. Histogramme S. 44 f., S. 48

ne Signifikanztests zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen (1). Die Mediane:

Nichtraucher Probanden:	o,o2 ppm Cd (95%-Vb.:o,o2-o,o3 ppm)	
Nichtraucher Kontrolle:	o,o2 ppm Cd (95%-Vb.:o,o1-o,o3 ppm)	
Raucher Probanden:	o,o3 ppm Cd (95%-Vb.:o,o2-o,o3 ppm)	
Raucher Kontrolle:	o,o5 ppm Cd (95%-Vb.:o,o3-o,o7 ppm)	(2)

Innerhalb des Kollektivs Hohenpeißenberg bildeten wir verschiedene Untergruppen: Nichtraucher/Raucher, Frauen/Männer, verschiedene Altersgruppen, Bewohner von viel und nicht viel befahrenen Straßen, Probanden, die aus Keramikgeschirr essen, Probanden, die viel Obst oder Gemüse aus dem eigenen Garten essen, Patienten mit verschiedenen Parodontalerkrankungen. Es zeigte keine Untergruppe eine signifikant höhere Belastung (3).

Im Literaturvergleich sind die Bleiwerte vom Hohenpeissenberg extrem niedrig, ein geringerer Bleigehalt wurde bisher nur einmal ermittelt, die nächsthöheren Werte liegen eine Dezimale über unseren. Die Cadmiumwerte sind sehr niedrig, nur zwei Kollektive lagen unter unserem, alle anderen darüber.

Nach unserer Untersuchung ist keine Schwermetallbelastung im Gebiet um den Hohenpeißenberg zum Zeitpunkt der Probennahme erkennbar, unsere Ergebnisse deuten auf ein ländlich-unbelastetes Gebiet hin.

---

(1): für Nichtraucher: Vier-Felder-Test mit Separationsgrenze "Gesamtmedian": $p \geq o,422$, mit "Gesamtmittelwert": $p \leq o,oo2$ (d.h. hochsignifikant niedrigere Werte für "Probanden"), Cramer-von Mises-Test: $p \leq o,o54$ (in diesem Fall nahezu signifikant niedrigere Werte für das Kollektiv "Kontrolle"), vgl. dazu S. 46/47;
für Raucher: Cramer-von Mises-Test: $p \geq o,o71$ (d.h. keine signifikante Unterschiede), Vier-Felder-Test mit Separationsgrenze "Gesamtmedian": $p \geq o,oool$ (d.h. hochsignifikante Unterschiede), vgl. dazu S. 49

(2): S. 43 ff.

(3): vgl. S. 52 ff.

11. Literaturverzeichnis

1 BUNZL, K. (GSF Neuherberg) mdl. Mitteilung Sept. 1985

2 DRASCH, G. mdl. Mitteilung Sept. 1985

3 EMSLANDER, N. Untersuchungen über den Bleigehalt in Zahnstein, Zahnhartgeweben, Alveolarknochen und venösem Blut
Med Diss,München 1978

4 EWERS, U.
BROCKHAUS, A.
GENTER, E.
IDEL, H.
SCHÜRMANN, E.A.
Untersuchungen über den Zahnbleigehalt von Schulkindern aus 2 unterschiedlich belasteten Gebieten in Nordwestdeutschland
Int Arch Occup Environ Health 44: 65-8o (1979)

5 GRAF, E.
PREUSS, R.
Gadamers Lehrbuch der chemischen Toxikologie und Anleitung zur Ausmittelung der Gifte
Band I/2
Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1979

6 HAVLIK, J. Studie o obsahu olova v zubním kameni
Cesk Stomatol 83 : 399-4o4 (1983)

7 HERZOG, J. Untersuchungen über den Blei- und Cadmiumgehalt des menschlichen Zahnsteins
Med Diss,München 1977

8 HOFFMANN-AXTHELM, W. Lexikon der Zahnmedizin
Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin 1983

9 HOHMANN, R. — Der Bleigehalt im Zahnstein bei Parodontopathien
Med Diss, München 1979

10 JOAS, A. — Cadmium in der Humantoxikologie - Eine Literaturübersicht
Med Diss, München 1983

11 KOBAYASHI, T. — Trace elements in dental calculus - lead, cadmium and zinc collected in Tokyo and the Ichikawa area
Shikwa Gakuho 82 : 1687-97 (1982)

12 LANDESGEWERBEANSTALT BAYERN — Blei-Studie
Nürnberg, August 1982

13 NEEDLEMAN, H.L., DAVIDSON, I., SEWELL, E.M., SHAPIRO, I.M. — Subclinical lead exposure in Philadelphia school children. Identification by dentine lead analysis
N Engl J Med 290: 245-8 (1974)

14 NEUKIRCH, P. — Blei in der Humantoxikologie - Eine Literaturübersicht
Med Diss, München 1982

15 NÜRNBERG, H.W., NGUYEN, V.D., VALENTA, P. — Deposition von Säure und toxischen Schwermetallen mit den Niederschlägen in der Bundesrepublik Deutschland
Jahresbericht Kernforschungsanstalt Jülich 1983

16 OHNEIS, M. — Untersuchungen über den Blei- und Cadmiumgehalt im Zahnstein von Zementwerksarbeitern
Med Diss, München 1985

17 SANSONI, B.
KRACKE, W.
DIETL, F.
FISCHER, J.
Mikrobestimmung von Blei in verschiedenartigen Umweltproben durch flammenlose Atomabsorption nach externer Naßveraschung mit H_2O_2/Fe^{2+}
in: Producings of the international Symposium: "Environmental health aspects of lead"
Amsterdam Oct. 2-6 (1972)

18 SCHONGAUER NACHRICHTEN 22. 3. 1984

19 SCHONGAUER NACHRICHTEN 23. 3. 1984

2o SCHONGAUER NACHRICHTEN 24. 3. 1984

21 SCHONGAUER NACHRICHTEN 28. 3. 1984

22 SCHRAMEL, P. (GSF Neuh.) mdl. Mitteilung Sept. 1985

23 SMITH, M.
Recent work on low level lead exposure and its impact on behavior, intelligence, and learning
J Am Acad Child Psychiatry 24 : 24-32 (1985)

24 SONNTAG-DIERKS, L.
Über den Blei- und Cadmiumgehalt des Zahnsteins und der Zähne bei Bewohnern im Gebiet verschiedener Blei- und Zinkhütten
Med Diss, München 1982

25 SÜDDEUTSCHE ZEITUNG 27. 3. 1984

26 SÜDDEUTSCHE ZEITUNG 28. 3. 1984

27 SÜDDEUTSCHE ZEITUNG 15. 5. 1984

28 UMWELTBUNDESAMT Berichte 4/77; Luftqualitätskriterien für Cadmium
Berlin 1977

29 UMWELTBUNDESAMT Cadmium-Bericht
Berlin 1981

3o UYGUN, H. Der Cadmium-Gehalt des Zahnsteins bei verschiedenen Rauchgewohnheiten
Med Diss, München 1983

31 WOLF, A. (GSF Neuherberg) mdl. Mitteilung Sept.-Okt. 1985

Nachtrag:

32 FRIBERG, L.
PISCATOR, G.
NORDBERG, G.
KJELLSTRÖM, I.
Cadmium in the environment
2nd Edition, CRC Press, Cleveland/Ohio 1974

33 SCHENKEL, E. Über die Beziehungen der Bleivergiftung zu den Zahnkrankheiten
Med Diss, Berlin 1929

34 SCHMIDT, J. Untersuchungen über den Bleigehalt im Zahnstein und Speichel bei Arbeitern des Bleigewerbes
Med Diss, Leipzig 1933

35 PFRIEME, F. Über den normalen und pathologischen Bleigehalt der Zähne von Menschen und Tieren
Med Diss, Halle 1934

12. Anhang (Computer-Ausdrucke)

12.1. zu Punkt 8.2.3., S.44 ff.

```
TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE --          BLEI
X SUBFILE --         NR PROB
Y SUBFILE --         NR KONT

CRAMER-VON MISES-TEST

        Die Summe der quadr.Differenzen  9.948
        liefert die Testgröße T=  2.385

        a-Niveau  =0.10  für T > 0.347
                   0.05  für T > 0.461
                   0.01  für T > 0.743

ERGEBNIS:  Unterschiede sind mit p>=  .000 zu sichern !
TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE --          CADMIUM
X SUBFILE --         NR PROB
Y SUBFILE --         NR KONT

CRAMER-VON MISES-TEST

        Die Summe der quadr.Differenzen  1.843
        liefert die Testgröße T=  .450

        a-Niveau  =0.10  für T > 0.347
                   0.05  für T > 0.461
                   0.01  für T > 0.743

ERGEBNIS:  Unterschiede sind mit p>=  .054 zu sichern !
VIER-FELDER -TEST für Var.Nr. 4 = CADMIUM  in Gruppen: NR PROB / NR KONT
SEPARATION = GESAMT-MEDIAN = .0200
```

		NR PROB	NR KONT	TOTAL
Anzahl CADMIUM >	.020	23	34	57
Anzahl CADMIUM <=	.020	31	40	71
TOTAL		54	74	128

```
ERGEBNIS : FISHER'S exakte Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Geltung von H0
           diese Zellenbesetzung oder eine noch extremere auftritt  = .4224
Unterschiede sind mit einer Irrtums-Wahrscheinlichkeit p>= .4224  zu sichern !
```

```
VIER-FELDER -TEST für Var.Nr. 4 = CADMIUM  in Gruppen: NR PROB / NR KONT
SEPARATION = GESAMT-MITTELWERT = .0371
```

		NR PROB	NR KONT	TOTAL
Anzahl CADMIUM >	.037	7	27	34
Anzahl CADMIUM <=	.037	47	47	94
TOTAL		54	74	128

```
ERGEBNIS : FISHER'S exakte Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Geltung von H0
           diese Zellenbesetzung oder eine noch extremere auftritt  = .0023
Unterschiede sind mit einer Irrtums-Wahrscheinlichkeit p>= .0023  zu sichern !
```

Anm.: Steht unter dem Cramer-von Mises-Test zB. das "ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p = .o54 zu sichern!", so bedeutet das: Das Kollektiv mit dem niedrigeren Median weist eine geringere Schwermetallbelastung auf, und die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt 5,4 %. Hat ein Kollektiv einen höheren Mittelwert, das andere einen höheren Median, so gibt der Median Auskunft, welches Kollektiv das höher und welches das geringer belastete ist.

12.2. zu Punkt 8.2.4., S. 48 ff.

VIER-FELDER -TEST für Var.Nr. 3 = BLEI in Gruppen: R Prob / R Kont
SEPARATION = GESAMT-MEDIAN = 1.0130

		R Prob	R Kont	TOTAL
Anzahl BLEI >	1.013	6	18	24
Anzahl BLEI <=	1.013	19	5	24
TOTAL		25	23	48

ERGEBNIS : FISHER'S exakte Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Geltung von H0
diese Zellenbesetzung oder eine noch extremere auftritt = .0002
Unterschiede sind mit einer Irrtums-Wahrscheinlichkeit p>= .0002 zu sichern !

VIER-FELDER -TEST für Var.Nr. 3 = BLEI in Gruppen: R Prob / R Kont
SEPARATION = GESAMT-MITTELWERT = 2.2315

		R Prob	R Kont	TOTAL
Anzahl BLEI >	2.232	3	15	18
Anzahl BLEI <=	2.232	22	8	30
TOTAL		25	23	48

ERGEBNIS : FISHER'S exakte Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Geltung von H0
diese Zellenbesetzung oder eine noch extremere auftritt = .0002
Unterschiede sind mit einer Irrtums-Wahrscheinlichkeit p>= .0002 zu sichern !

VIER-FELDER -TEST für Var.Nr. 4 = CADMIUM in Gruppen: R Prob / R Kont
SEPARATION = GESAMT-MEDIAN = .0400

		R Prob	R Kont	TOTAL
Anzahl CADMIUM >	.040	3	63	66
Anzahl CADMIUM <=	.040	22	51	73
TOTAL		25	114	139

ERGEBNIS : FISHER'S exakte Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Geltung von H0
diese Zellenbesetzung oder eine noch extremere auftritt = .0001
Unterschiede sind mit einer Irrtums-Wahrscheinlichkeit p>= .0001 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- R Prob
Y SUBFILE -- R Kont

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen 2.738
liefert die Testgröße T= .404

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .071 zu sichern !

12.3. zu Punkt 8.2.5., S. 5o ff.

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          BLEI
X SUBFILE --         NR Prob
Y SUBFILE --         R Prob
```

CRAMER-VON MISES-TEST

```
        Die Summe der quadr.Differenzen  .260
        liefert die Testgröße T=  .056

        a-Niveau  =0.10  für T > 0.347
                  0.05  für T > 0.461
                  0.01  für T > 0.743

ERGEBNIS:  Unterschiede sind mit p>=  .532 zu sichern !
```

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          CADMIUM
X SUBFILE --         NR Prob
Y SUBFILE --         R Prob
```

CRAMER-VON MISES-TEST

```
        Die Summe der quadr.Differenzen  .076
        liefert die Testgröße T=  .016

        a-Niveau  =0.10  für T > 0.347
                  0.05  für T > 0.461
                  0.01  für T > 0.743

ERGEBNIS:  Unterschiede sind mit p>=  .670 zu sichern !
```

VIER-FELDER -TEST für Var.Nr. 3 = BLEI in Gruppen: NR Prob / R Prob
SEPARATION = GESAMT-MEDIAN = .3000

		NR Prob	R Prob	TOTAL
Anzahl BLEI >	.300	18	14	32
Anzahl BLEI <=	.300	36	11	47
TOTAL		54	25	79

```
ERGEBNIS : FISHER'S exakte Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Geltung von H0
           diese Zellenbesetzung oder eine noch extremere auftritt  = .0487
Unterschiede sind mit einer Irrtums-Wahrscheinlichkeit p>= .0487  zu sichern !
```

VIER-FELDER -TEST für Var.Nr. 4 = CADMIUM in Gruppen: NR Prob / R Prob
SEPARATION = GESAMT-MEDIAN = .0200

		NR Prob	R Prob	TOTAL
Anzahl CADMIUM >	.020	23	14	37
Anzahl CADMIUM <=	.020	31	11	42
TOTAL		54	25	79

```
ERGEBNIS : FISHER'S exakte Wahrscheinlichkeit dafür, daß bei Geltung von H0
           diese Zellenbesetzung oder eine noch extremere auftritt  = .1926
Unterschiede sind mit einer Irrtums-Wahrscheinlichkeit p>= .1926  zu sichern !
```

12.4. zu Punkt 8.2.5., S. 5o ff.

("Raucher + Nichtraucher/Probanden" ohne Ausreißer)

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
NR Prob	54	0.000	.400	.222	.177	.300	.300	.300
R Prob	22	0.000	1.800	.473	.480	.350	.300	.400
CADMIUM								
NR Prob	54	0.000	.040	.019	.015	.020	.020	.030
R Prob	22	0.000	.040	.022	.014	.025	.020	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- NR Prob
Y SUBFILE -- R Prob

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .111
liefert die Testgröße T= .023

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .645 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

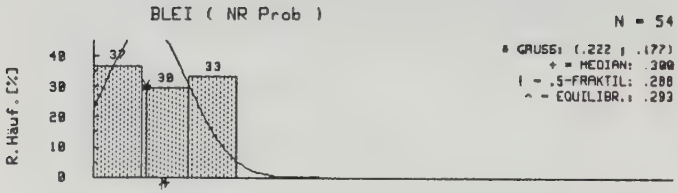
VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- NR Prob
Y SUBFILE -- R Prob

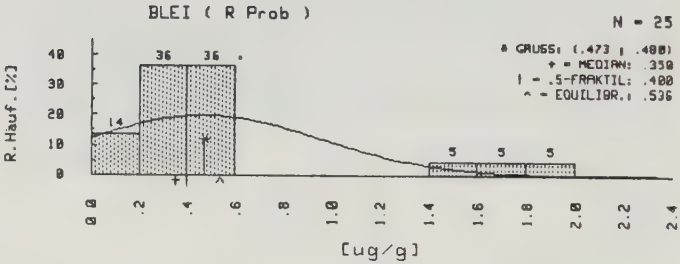
CRAMER-VON MISES-TEST

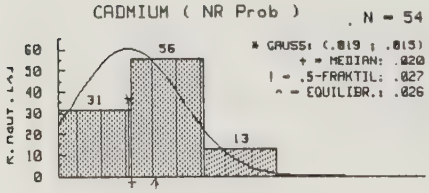
Die Summe der quadr.Differenzen .016
liefert die Testgröße T= .003

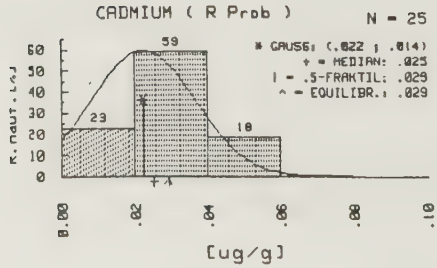
a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .723 zu sichern !


BLEI (NR Prob)
N = 54
* GAUSS: (.222 ; .077)
+ = MEDIAN: .300
| = .5-FRAKTIL: .288
^ = EQUILIBR.: .293
R.Häuf.[%]
40
30
20
10
0
32
38
33


BLEI (R Prob)
N = 25
* GAUSS: (.473 ; .480)
+ = MEDIAN: .350
| = .5-FRAKTIL: .400
^ = EQUILIBR.: .536
R.Häuf.[%]
40
30
20
10
0
36
36
14
5
5
5
0.0
.2
.4
.6
.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
2.2
2.4
[ug/g]


CADMIUM (NR Prob)
N = 54
* GAUSS: (.019 ; .013)
+ = MEDIAN: .020
| = .5-FRAKTIL: .027
^ = EQUILIBR.: .026
60
50
40
30
20
10
0
56
31
13


CADMIUM (R Prob)
N = 25
* GAUSS: (.022 ; .014)
+ = MEDIAN: .025
| = .5-FRAKTIL: .029
^ = EQUILIBR.: .029
60
50
40
30
20
10
0
59
23
18
0.00
.02
.04
.06
.08
.10
[ug/g]

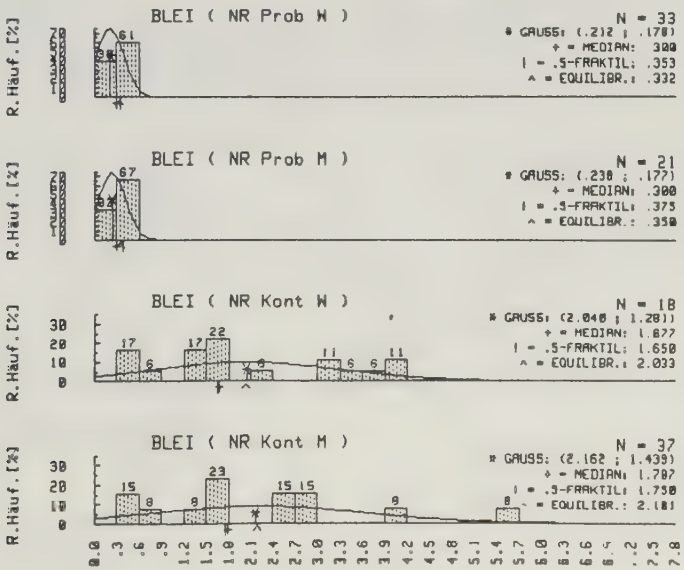
12.5. zu Punkt 8.3., S. 52 ff.

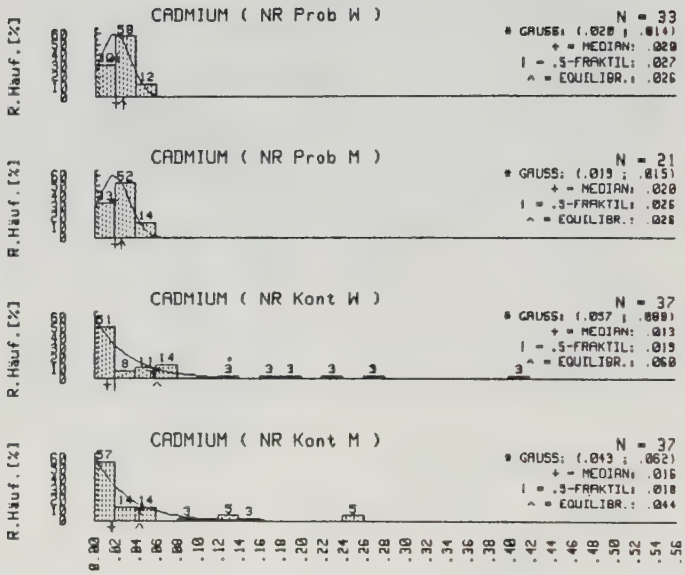
a)

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW. +-	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
NR Prob W	33	0.000	.400	.212	.178	.300	0.000	.300
NR Prob M	21	0.000	.400	.238	.177	.300	0.000	.400
NR Kont W	18	.371	4.162	2.040	1.291	1.677	1.202	3.156
NR Kont M	13	.468	5.452	2.162	1.439	1.787	1.277	2.877
CADMIUM								
NR Prob W	33	0.000	.040	.020	.014	.020	.020	.030
* NR Prob M	21	0.000	.040	.019	.015	.020	0.000	.030
NR Kont W	37	0.000	.411	.057	.089	.013	.007	.050
NR Kont M	37	.001	.254	.043	.062	.016	.012	.031

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)





TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- NR Prob W
Y SUBFILE -- NR Prob M

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .010
liefert die Testgröße T= .002

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .727 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- NR Kont W
Y SUBFILE -- NR Kont M

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .155
liefert die Testgröße T= .038

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .592 zu siche

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- NR Prob W
Y SUBFILE -- NR Prob M

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .007
liefert die Testgroße T= .002

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .730 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- NR Kont W
Y SUBFILE -- NR Kont M

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .486
liefert die Testgröße T= .121

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .365 zu siche

b) mit Ausreißern

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW. +-	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
ALTER19-38	17	0.000	7.500	.918	1.784	.400	.300	.400
ALTER39-56	46	0.000	5.200	.333	.753	.300	.300	.300
ALTER57-79	16	0.000	12.600	1.025	3.091	.300	.300	.400
CADMIUM								
ALTER19-38	17	0.000	.330	.036	.077	.020	.020	.030
ALTER39-56	46	0.000	.550	.039	.085	.030	.020	.030
* ALTER57-79	16	0.000	.030	.017	.013	.020	.020	.020

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

MULTIPLE SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          BLEI
 1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           ALTER39-56
 2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           ALTER57-79
 3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           ALTER19-38
```

KRUSKAL-WALLIS TEST

```
CHI-SQUARE =      3.5597       DF =  1
PROB (CHI-SQUARE >  3.55967 ) =  .16867
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .16867  unterscheidet sich
          mindestens eine Gruppe von allen anderen!
```

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :

```
REIHENFOLGE:
 1:   ALTER39-56
 2:   ALTER57-79
 3:   ALTER19-38
Sj =   .40631          (Normalverteilung)
PROB (Sj >  .40631 ) = .31338      (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit
          von p>= .31338  ein Trend vorhanden !
```

MULTIPLE SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          CADMIUM
 1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           ALTER57-79
 2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           ALTER19-38
 3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           ALTER39-56
```

KRUSKAL-WALLIS TEST

```
CHI-SQUARE =      3.8176       DF =  1
PROB (CHI-SQUARE >  3.81765 ) =  .14825
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .14825  unterscheidet sich
          mindestens eine Gruppe von allen anderen!
```

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :

```
REIHENFOLGE:
 1:   ALTER57-79
 2:   ALTER19-38
 3:   ALTER39-56
Sj =   .15092          (Normalverteilung)
PROB (Sj >  .15092 ) = .44002      (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit
          von p>= .44002  ein Trend vorhanden !
```

ohne Ausreißer

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW. +-	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
ALTER19-38	16	0.000	1.000	.506	.571	.400	.300	.400
ALTER39-56	45	0.000	.400	.224	.173	.300	0.000	.300
ALTER57-79	15	0.000	.400	.253	.164	.300	0.000	.300
CADMIUM								
ALTER19-38	16	0.000	.040	.018	.013	.020	0.000	.020
ALTER39-56	44	0.000	.040	.023	.015	.030	.020	.030
* ALTER57-79	16	0.000	.030	.017	.013	.020	.020	.020

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

MULTIPLE SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          BLEI
 1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --          ALTER39-56
 2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --          ALTER57-79
 3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --          ALTER19-38
```

KRUSKAL-WALLIS TEST

```
CHI-SQUARE =     3.1021      DF =  1
PROB (CHI-SQUARE >  3.10215 ) =  .21202
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .21202  unterscheidet sich
          mindestens eine Gruppe von allen anderen!
```

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :

```
REIHENFOLGE:
 1:   ALTER39-56
 2:   ALTER57-79
 3:   ALTER19-38
Sj =    .81942            (Normalverteilung)
PROB (Sj >  .81942 ) = .20627      (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit
          von p>= .20627  ein Trend vorhanden !
```

MULTIPLE SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          CADMIUM
 1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --          ALTER19-38
 2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --          ALTER57-79
 3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --          ALTER39-56
```

KRUSKAL-WALLIS TEST

```
CHI-SQUARE =     3.3983      DF =  1
PROB (CHI-SQUARE >  3.39826 ) =  .18284
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .18284  unterscheidet sich
          mindestens eine Gruppe von allen anderen!
```

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :

```
REIHENFOLGE:
 1:   ALTER19-38
 2:   ALTER57-79
 3:   ALTER39-56
Sj =    .49777            (Normalverteilung)
PROB (Sj >  .49777 ) = .30932      (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit
          von p>= .30932  ein Trend vorhanden !
```

c) mit Ausreißern

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
STR. NEIN	52	0.000	5.200	.419	.765	.300	.300	.400
STR. JA	28	0.000	12.600	.925	2.675	.300	0.000	.400
CADMIUM								
STR. NEIN	52	0.000	.550	.040	.090	.020	.020	.030
* STR. JA	28	0.000	.040	.020	.015	.020	.020	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- STR. NEIN
Y SUBFILE -- STR. JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .020
liefert die Testgröße T= .005

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .717 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- STR. NEIN
Y SUBFILE -- STR. JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .008
liefert die Testgröße T= .002

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .729 zu sichern !

ohne Ausreißer

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
STR. HEIN	51	0.000	1.000	.325	.362	.300	.300	.300
STR. JA	26	0.000	.400	.223	.184	.300	0.000	.300
CADMIUM								
STR. HEIN	49	0.000	.040	.020	.014	.020	.020	.030
* STR. JA	28	0.000	.040	.020	.015	.020	.020	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- STR. HEIN
Y SUBFILE -- STR. JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .010
liefert die Testgröße T= .004

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .720 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- STR. HEIN
Y SUBFILE -- STR. JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .004
liefert die Testgröße T= .001

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .733 zu sichern !

d) mit Ausreißern

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
KER. HEIN	46	0.000	12.600	.646	1.960	.300	.300	.400
KERAMIK JA	28	0.000	1.000	.385	.449	.300	.300	.400
CADMIUM								
KER. HEIN	46	0.000	.350	.034	.079	.020	.020	.030
KERAMIK JA	28	0.000	.330	.036	.071	.025	.020	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- KER. HEIN
Y SUBFILE -- KERAMIK JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .007
liefert die Testgröße T= .001

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .738 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- KER. HEIN
Y SUBFILE -- KERAMIK JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .013
liefert die Testgröße T= .003

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .725 zu sichern !

ohne Ausreißer

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
KER. NEIN	44	0.000	1.600	.270	.267	.300	.300	.300
KER. JA	20	0.000	1.800	.385	.449	.300	.300	.400
CADMIUM								
KER. NEIN	45	0.000	.040	.022	.013	.020	.020	.030
KER. JA	19	0.000	.040	.020	.015	.020	0.000	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- KER. NEIN
Y SUBFILE -- KERAMIK JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .014
liefert die Testgröße T= .003

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .724 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- KER. NEIN
Y SUBFILE -- KERAMIK JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .013
liefert die Testgröße T= .003

a-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .725 zu sichern !

e) mit Ausreißern

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
O/GEM NEIN	34	0.000	12.600	.002	2.426	.350	.300	.400
OB/GEM. JA	45	0.000	5.200	.393	.885	.300	.300	.300
CADMIUM								
O/GEM NEIN	34	0.000	.040	.021	.015	.025	.020	.030
OB/GEM. JA	45	0.000	.550	.043	.096	.020	.020	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p).05)

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- O/GEM NEIN
Y SUBFILE -- OB/GEM. JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .046
liefert die Testgröße T= .011

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .690 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- O/GEM NEIN
Y SUBFILE -- OB/GEM. JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .014
liefert die Testgröße T= .003

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .723 zu sichern !

ohne Ausreißer

STATISTIK-TABELLE

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
O/GEM NEIN	32	0.000	1.600	.389	.287	.300	.300	.400
OB/GEM. JA	44	0.000	1.000	.284	.338	.300	.300	.300
CADMIUM								
O/GEM NEIN	34	0.000	.040	.021	.015	.025	.020	.030
OB/GEM. JA	42	0.000	.040	.020	.014	.020	.020	.020

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p).05)

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
X SUBFILE -- O/GEM NEIN
Y SUBFILE -- OB/GEM JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .032
liefert die Testgröße T= .008

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .784 zu sichern !

TWO INDEPENDENT SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
X SUBFILE -- O/GEM NEIN
Y SUBFILE -- OB/GEM JA

CRAMER-VON MISES-TEST

Die Summe der quadr.Differenzen .009
liefert die Testgröße T= .002

α-Niveau =0.10 für T > 0.347
0.05 für T > 0.461
0.01 für T > 0.743

ERGEBNIS: Unterschiede sind mit p>= .727 zu sichern

f) mit Ausreißern

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW.	STD-ABW. +-	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
KEINE ERKR	14	0.000	12.600	1.743	3.680	.400	.300	.400
PAR.M.SUP.	23	0.000	1.800	.370	.425	.300	.300	.400
PAR.M.PROF	40	0.000	5.200	.355	.804	.300	.300	.300
CADMIUM								
* KEINE ERKR	14	0.000	.030	.014	.013	.020	0.000	.020
PAR.M.SUP.	23	0.000	.550	.060	.125	.030	.020	.040
PAR.M.PROF	40	0.000	.240	.026	.037	.020	.020	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05

MULTIPLE SAMPLE TESTS

VARIABLE -- BLEI
1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE -- KEINE ERKR
2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE -- PAR.M.SUP.
3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE -- PAR.M.PROF

KRUSKAL-WALLIS TEST

CHI-SQUARE = 2.9551 DF = 1
PROB (CHI-SQUARE > 2.95506) = .22820
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .22820 unterscheidet sich mindestens eine Gruppe von allen anderen!

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :
REIHENFOLGE:
1: KEINE ERKR
2: PAR.M.SUP.
3: PAR.M.PROF
Sj = 4.05967 (Normalverteilung)
PROB (Sj > 4.05967) = .00002 (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .00002 ein Trend vorhanden !

MULTIPLE SAMPLE TESTS

VARIABLE -- CADMIUM
1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE -- PAR.M.SUP.
2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE -- PAR.M.PROF
3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE -- KEINE ERKR

KRUSKAL-WALLIS TEST

CHI-SQUARE = 6.2092 DF = 1
PROB (CHI-SQUARE > 6.20917) = .04484
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .04484 unterscheidet sich mindestens eine Gruppe von allen anderen!

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :
REIHENFOLGE:
1: PAR.M.SUP.
2: PAR.M.PROF
3: KEINE ERKR
Sj = 4.53471 (Normalverteilung)
PROB (Sj > 4.53471) = .00000 (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .00000 ein Trend vorhanden !

ohne Ausreißer

VARIABLE GRUPPE	N	Min	Max	MITTELW. +-	STD-ABW.	MEDIAN	95%-Vertr.f.MED von	bis
BLEI								
KEINE ERKR	12	0.000	1.600	.358	.434	.400	0.000	.400
PAR.M.SUP.	23	0.000	1.800	.370	.425	.300	.300	.400
PAR.M.PROF	39	0.000	.400	.231	.170	.300	.300	.300
CADMIUM								
* KEINE ERKR	14	0.000	.030	.014	.013	.020	0.000	.020
PAR.M.SUP.	21	0.000	.040	.023	.016	.030	0.000	.030
PAR.M.PROF	39	0.000	.040	.021	.014	.020	.020	.030

Ein * bedeutet: GAUSS-Verteilung ! (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungs-Test, p>.05)

MULTIPLE SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          BLEI
 1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           PAR.M.SUP.
 2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           PAR.M.PROF
 3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           KEINE ERKR
```

KRUSKAL-WALLIS TEST

```
CHI-SQUARE =      1.7908       DF =  1
PROB (CHI-SQUARE >  1.79078 ) =  .40845
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .40845  unterscheidet sich
          mindestens eine Gruppe von allen anderen!
```

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :

```
REIHENFOLGE:
 1:   PAR.M.SUP.
 2:   PAR.M.PROF
 3:   KEINE ERKR
Sj =   2.69011          (Normalverteilung)
PROB (Sj >  2.69011 ) = .00357     (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit
          von p>= .00357  ein Trend vorhanden !
```

MULTIPLE SAMPLE TESTS

```
VARIABLE --          CADMIUM
 1 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           PAR.M.SUP.
 2 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           PAR.M.PROF
 3 .Gruppe sei Subfile-Nr. =
SUBFILE --           KEINE ERKR
```

KRUSKAL-WALLIS TEST

```
CHI-SQUARE =      4.7033       DF =  1
PROB (CHI-SQUARE >  4.70332 ) =  .09521
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .09521  unterscheidet sich
          mindestens eine Gruppe von allen anderen!
```

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :

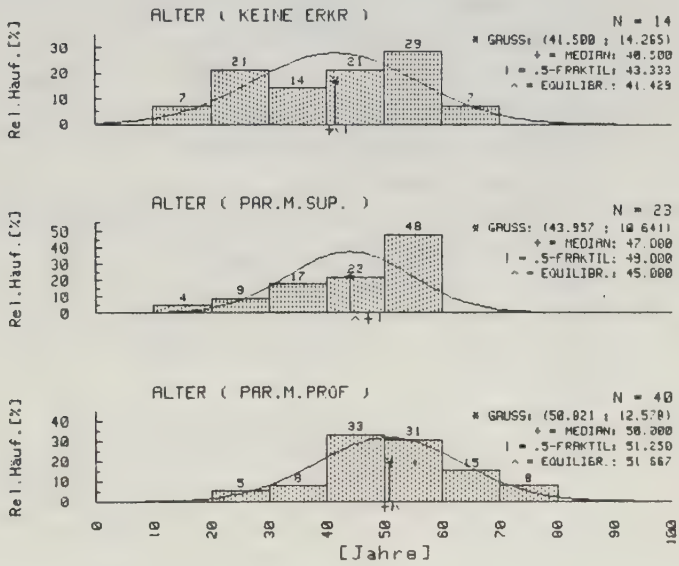
```
REIHENFOLGE:
 1:   PAR.M.PROF
 2:   PAR.M.SUP.
 3:   KEINE ERKR
Sj =   4.30058          (Normalverteilung)
PROB (Sj >  4.30058 ) = .00001     (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit
          von p>= .00001  ein Trend vorhanden !
```

12.6. zu Punkt 8.1.4., 7., S. 4o

Altersabhängigkeit der Parodontopathien

Wie aus der Korrelations-Tabelle, S. 39, ersichtlich ist, findet sich eine Korrelation zwischen Lebensalter und Schweregrad der Parodontopathien.

Wir bildeten die drei Untergruppen "keine Erkrankung", "Par. marg. sup." und "Par. marg. prof." und betrachteten deren Altersverteilung. Das Histogramm hatte folgendes Aussehen:



Es liegen drei Untergruppen vor, daher kommen Kruskal-Wallis-Test und Trend-Test zur Anwendung.

Im obigen Histogramm unterscheidet sich mindestens eine Gruppe von allen anderen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = o,o6o.

Für die Reihenfolge

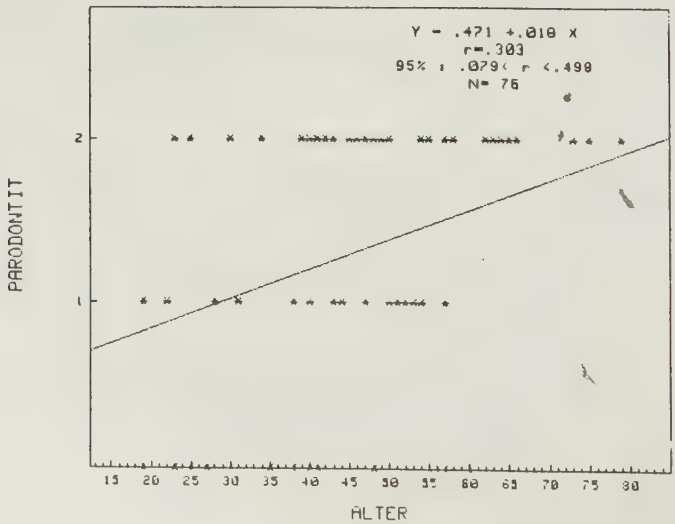
1) keine Erkrankung (Mittelwert: 41,5 J., Median: 4o,5 J.)
2) Par. marg. sup. (Mittelwert: 44,o J., Median: 47,o J.)
3) Par. marg. prof. (Mittelwert: 5o,8 J., Median: 5o,o J.)

besteht ein Trend mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = o,o17, das heißt es besteht statistische Signifikanz.

Damit wird die Aussage von S. 4o bestätigt, daß mit dem Lebensalter parodontale Erkrankungen zunehmen (vgl. Korrelationsdiagramm unten).

```
MULTIPLE SAMPLE TESTS

VARIABLE --          ALTER
SUBFILE --           KEINE ERKR
SUBFILE --           PAR.M.SUP.
SUBFILE --           PAR.M.PROF

KRUSKAL-WALLIS TEST

CHI-SQUARE =      5.6366       DF =  1
PROB (CHI-SQUARE >  5.63658 ) =  .05971
ERGEBNIS: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p>= .05971  unterscheidet sich
          mindestens eine Gruppe von allen anderen!

TREND-TEST (Sj-TEST von JONCKHEERE) :
REIHENFOLGE:
 1:   KEINE ERKR
 2:   PAR.M.SUP.
 3:   PAR.M.PROF
Sj =   2.12310          (Normalverteilung)
PROB (Sj >  2.12310 ) = .01687     (einseitig)
ERGEBNIS: Für obige Reihenfolge ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit
          von p>= .01687  ein Trend vorhanden !

Lineares Modell :  Y= A + B*X
A= .47116                      95% :  -.17646  < A <  1.11879
B= .01824                      95% :   .00495  < B <  .03153

Lin. Korrelationskoeffizient r
r= .30298                      95% :   .07938  < r <  .49755

Quelle          Df          SS              MS            F
-----------------------------------------------------------------
Regression       1          4.110           4.110         7.480
Residual        74         40.666            .550
Total           75         44.776
```

Korrelationsdiagramm:



Lebenslauf

Name:	Michael Alexander Langseder
geboren:	am 12. März 1962 in München
Eltern:	Dr. Alois Langseder, Bankdirektor
	Christiane Langseder, geb. Hönig, Hausfrau
Geschwister:	ein älterer Bruder
Schule:	1968 - 1972 Grundschule an der Haldenberger Straße in München
	1972 - 1981 Rupprecht-Gymnasium München
	Juni 1981 Abitur
Studium:	1981 - 1983 vier Semester an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
	seit Nov. 1983 an der Ludwigs-Maximilians-Universität München
Prüfungen:	Okt. 1982 Naturwissenschaftliche Vorprüfung
	Apr. 1984 Zahnärztliche Vorprüfung
	Feb. 1987 Zahnärztliche Prüfung